الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة منتوري - قسنطينة -
كلية علوم الأرض ، الجغرافيا والتهيئة العمرانية
فرع تهيئة الأوساط الفيزيائية

الرقم التسلسلي ....
السلسلة ....

الحمولة الصلبة في حوض وادي الرمال وتأثيرها على الموارد المائية السطحية

مذكرة مقدمة لنيل درجة الماجستير في تهيئة الأوساط الفيزيائية

من إعداد الطالبة : **صبـــاح طـــويل**
تحت إشراف : **د. عبــد المـــالك نمـــوشـــي**

لجنة المناقشة :

الأعضاء	**الرتبة**	**الجامعة**	**الصفة**
حمزة عميرش	أستاذ محاضر	جامعة قسنطينة	رئيسا
عبد المالك نموشي	أستاذ محاضر	جامعة قسنطينة	مشرفا
علاوة عنصر	أستاذ	جامعة قسنطينة	ممتحنا
محمد الطاهر بن عزوز	أستاذ محاضر	جامعة قسنطينة	ممتحنا

2005-2004

الفصـــل الأول

العوامل المؤثرة في التعرية المائية والجريان السطحي

الفصـــل الثـــانـــي

الجريان السطحي والحمولة الصلبة النوعية

الفصـــل الثـــالـــث

الموارد المائية السطحية المعبأة والتوحل

الملحق

المراجع

المحتويات

الفصل الثاني

الجريان السطحي والحمولة الصلبة النوعية

الفصل الثالث

الموارد المائية السطحية المعبأة والتوحل

مقــدمـــة عــامـــة:

ترجع أسباب تدهور الأوساط الطبيعية بالأحواض الهيدروغرافية في الجزائر الشمالية إلى وتيرة التعرية المائية السريعة ، التي تحتل مكانة هامة في الدراسات الهيدرولوجية ، بحيث تعتبر كمشكل أساسي يمس المنشآت الهيدروليكية ذات أهمية كبرى كالسدود من حيث قدرتها على تخزين المياه بسبب سرعة التوحل.

وصلت نسب التعرية النوعية في الجزائر إلى أرقام مهمة جدا ، إذ تتعدى 2000 طن/كلم^2/سنة في بعض أحواض الأطلس التلي (Fodda , Isser , Soummam......) ، كما قدر الحجم المتوسط للرواسب المقذوفة في البحر الأبيض المتوسط كل سنة من طرف الأحواض ذات التصريف الخارجي إلى 120 مليون طن (Demmak A ., 1984).

تبين هذه القيم أهمية تقهقر التربة والذي ينتج عنه عدة إنعكاسات أهمها:

- التوحل السريع للسدود وتناقص الموارد المائية السطحية المعبأة.
- إفقار التربة الزراعية.
- ترمل الموانئ.
- تغير في شكل أسرة الأودية مما يؤدي إلى حدوث الفيضانات.

يمثل حوض وادي كبير الرمال عينة جد متميزة من المجال التلي ، هذا الأخير يشكل وحدة فيزيائية جد حساسة لظاهرة التعرية المائية نتيجة تفاعل مختلف عناصره الفيزيائية خاصة تكويناته الصخرية ، أين تسيطر فيه التكوينات المارنية والطينية بنسبة 75 % مع العوامل المناخية والهيدرولوجية خاصة شدة الأمطار والجريان السطحي غير المنتظم مما يساهم في تسارع الظواهر الجيومورفولوجية وتعقيد مشكل الحمولة الصلبة.

تتسبب الحمولة المتنقلة عبر المجاري المائية مباشرة في توحل السدود نتيجة تراكم الرواسب في بحيراتها نظرا لتآكل الأتربة بسبب عملية التعرية المائية ، مما يسبب إنخفاض في السعة الإجمالية للسدود وتعكير منسوب المياه المخزنة الذي يجعلها غير صالحة للإستعمال.

مشكلة توحل السدود في الجزائر قلصت من حجم المياه المخزنة من3605 هم^3 إلى3010 هم^3 للفترة (1990-1998) ، مايمثل 16 % من المواد المترسبة.

كما قدرت نسبة المياه المفقودة على مستوى السدود القديمة 28 % من سعتها ، إذ كل سنة يعوض حجم قدره 25 هم^3 ماء معبأ بالوحل (Nemouchi A ., 1998).

إنطلاقا من هذا أتت فكرة تقييم الحمولة الصلبة النوعية في حوض وادي الرمال عند محطة القرارم الذي يمثل نسبة 60.45 % من الحوض الإجمالي لوادي كبيرالرمال و 68.87 % من الحوض إلى غاية موقع

سد بني هارون ، ومعرفة تأ ثيرها على الموارد المائية السطحية المعبأة في الحوض إلى غاية سد بني هارون.

*** أسباب إختيار موضوع الدراسة:**

ترجع أسباب اختيار الموضوع إلى:

1- أهمية تقييم التعرية المائية نظرا لما تحدثه من أخطار على استقرار الأراضي وانجراف التربة على السفوح المواجهة للأمطار أو المعرضة لتأثيرات السيول والفيضانات خلال الفترات المطيرة من السنة.

2- مشكلة تناقص الموارد المائية السطحية المعبأة على مستوى السدود والسدود الترابية أمام ارتفاع حجم حاجيات (الشرب ، الصناعة ، السقي).

3- تعتبر هذه الدراسة من الدراسات الجيومورفولوجية الكمية التي تتطلبها مشاريع التهيئة أثناء إنجاز السدود لغرض تحديد مدة حياة الإنجاز الهيدرولوجي ، والإنتفاع بالمياه المخزنة.

*** أسباب إختيار منطقة الدراسة:**

- وجود منشآت لتعبئة المياه السطحية ذات أهمية كبرى داخل حوض وادي الرمال تتمثل في سد حمام قروز ذو استغلال مكثف بالإضافة إلى العديد من السدود الترابية ، ومدى تأثير إمكانيات هذا الحوض الجزئي الهيدرولوجية والتعرية على أكبر إنجاز هيدرولوجي في الجزائر المقام على وادي كبيرالرمال والمتمثل في سد بني هارون الذي يتمتع بسعة إجمالية تقدرب 997.9 هم^3.

- لقد كان هذا الحوض محل عدة دراسات لذا شكلت نتائجها قاعدة مرجعية جيدة له.

- سهولة القيام بالخرجات الميدانية.

- توفرهذا الحوض الجزئي على محطات هيدرومترية للتقييم الكمي ، على غرار باقي محطات حوض كبير الرمال.

لهذا نحاول:

- معرفة العوامل المتسببة في فقدان التربة ، هل هي عوامل طبيعية ؟ مناخية ؟ هيدرولوجية ؟.

أم هي نتيجة تفاعل هذه العوامل مع بعضها البعض.

- التعرف مجاليا على حدة التقهقر ، وهل هذه الحدة تتزايد كلما اتجهنا من شمال إلى جنوب الحوض أم العكس.

- تقييم الحمولة الصلبة النوعية لحوض معظم تراكيبه الصخرية هشة تتجلى بها مختلف مظاهر التعرية النشيطة والكثيفة ، مما يوحي بإمكانية توقع واحتمال حدوث أخطار التوحل السريع لارتفاع كميات الرواسب

التي يتم حجزها عند كل من سدي حمام قروز وبني هارون مما يخفض من سعتهما التخزينية للمياه المعبأة ويقلل من مدة عمرهما.

- تقييم الحجم المائي السنوي المفقود من السدود والسدود الترابية بسبب عملية التوحل.

منهجية البحث:

إعتمدنا المنهج الوصفي ، المنهج الكمي والتحليل ، لمعالجة هذا الموضوع من خلال ثلاث مراحل:

- **المرحلة الإستطلاعية**: وهي مرحلة الدراسة النظرية لمختلف المراجع والدراسات السابقة التي تخدم الموضوع.

- **المرحلة الميدانية**: تهدف إلى جمع الوثائق (خرائط طبوغرافية ، جيولوجية ، مناخية ، صور جوية....) والمعطيات المناخية والهيدرولوجية ، والمعلومات من جميع المصادر ، بالإضافة إلى الخرجات الميدانية.

- **مرحلة تحليل المعطيات**: تمت عن طريق المعالجة الإحصائية للمعطيات وتمثيلها في شكل جداول وأشكال بيانية وخرائط حتى نتمكن من تحليلها واستنباط المؤهلات ، العوائق........

فصول البحث:

الفصل الأول:

يعتمد على الدراسة التحليلية لعناصرالوسط الطبيعي (التضاريس ، التركيب الصخري ، الإنحدارات ، الجيولوجيا ، الغطاء النباتي) وتوضيح الخصائص المورفومترية ، ثم دراسة الخصائص المناخية ، لمعرفة مدى قابلية الوسط للتعرية المائية والجريان السطحي ، واستنباط خريطة تنطيق إستقرار الحوض التي من خلالها يتم تحديد المناطق حسب الأولوية في تمويل سد بني هارون بأكبر حجم من الرواسب.

الفصل الثاني:

إعتمادا على المعالجة الإحصائية للمعطيات الهيدرولوجية تتم:

معرفة نظام الجريان السنوي والفصلي والشهري وحتى خلال فترات الفيضانات وانعكاسه على مظاهر الحمولة الصلبة.

تقييم الحمولة الصلبة المنقولة إعتمادا على نسب التعكر بمياه الأودية وإبراز تغيرات الحمولة الصلبة ومختلف علاقاتها مع العوامل الطبيعية للحوض خاصة (نوعية التركيب الصخري ، درجة تغطية الحوض) والعناصر المناخية والهيدرولوجية خاصة الأمطار القصوى اليومية والجريان السطحي.

تطبيق بعض الطرق النظرية Tixeront – Sogreah , Sogreah , Fournier المختبرة في نطاق البحر الأبيض المتوسط لتحديد أنسبها في تقدير الحمولة الصلبة عند غياب القياسات الميدانية من خلال مقارنة نتائج الحمولة الصلبة النوعية المحسوبة بالحمولة الصلبة النوعية المقاسة.

الفصل الثالث:

إنطلاقا من عملية جرد السدود (الكبرى والمتوسطة) والسدود الترابية المنجزة في الحوض نحاول التنبأ للعوائق التي تتلقاها والتي قد تسبب خطرا كبيرا على حياة السدود ، ومعرفة الحجم المائي المخزن في الحوض هذا من جهة ومن جهة أخرى عن مدى تأثير الأحجام الصلبة المنقولة بسبب عملية التعرية المائية على تناقص الموارد المائية السطحية المعبأة من خلال تقييم حجم التوحل المتوضع سنويا في بحيرات السدود ، وكيف يتغير هذا الحجم من سد لآخر ومختلف الآثار التي يحدثها.

التطرق إلى التدابير الإستعجالية المتبعة للتقليص من خطر التعرية المائية والمحافظة على الأراضي الزراعية ، وحماية السدود من التوحل ، ومعرفة مدى نجاعتها مع تقديم بعض الطرق الناجعة للحفاظ على المياه من الضياع وضمان الحماية والأمن للسدود.

عوائق البحث ونقائصه:

من بين العوائق التي صادفتنا نذكر:

- قلة المراجع الخاصة بدراسة حالات التوحل.
- تحفظ بعض المصالح الإدارية في منح الوثائق والمعطيات.
- غياب المعطيات الحديثة (مناخية – هيدرولوجية) للفترة (1990 – 2000) على مستوى الوكالة الوطنية للموارد المائية (قسنطينة – الجزائر العاصمة).
- النقص الكبير في المعطيات المناخية ، منها عدم تسجيل شدات تساقط الأمطار خلال فترات الفيضانات الإستثنائية وقلة المحطات المتخصصة بهذا النوع من القياس.
- نقص المعطيات الهيدرولوجية الدقيقة الخاصة بنسب التعكر على مستوى ضفاف الأودية ، وعدم القيام بعملية الرفع الباتيمتري لبحيرات السدود والسدود الترابية لمديريات الري والوكالة الوطنية للسدود ، والتي تعود لصعوبة القياسات لكونها تتطلب تجهيزات وتقنيات مكلفة من الناحية المادية.
- إنعدام التوافق الزمني والمجالي لقياس الصبيب السائل والصبيب الصلب خلال فترات الفيضانات الإستثنائية على مستوى الوكالة الوطنية للموارد المائية (قسنطينة – الجزائر العاصمة).
- عدم مصداقية المعطيات المحصل عليها في بعض الحالات.

I- دراســـة تحليليـــة لعنـــاصر الوســـط الطبيعـــي:

1- الموقع الجغرافي:

يعتبر الحوض التجميعي لوادي الرمال عند محطة القرارم حوضا جزئيا لحوض وادي كبير الرمال ، يقع بين خطي طول '45-5^0 و'1-7^0 شرقا ، ومابين دائرتي عرض"5 -'52-35^0 و "6-'35-36^0 شمالا. يحده من الشمال الحوض الجزئي السفلي لوادي كبير الرمال ، ومن الجنوب أحواض السهول العليا القسنطينية ومن الشرق الأحواض الساحلية الشرقية القسنطينية وحوض وادي السيبوس ومن الغرب الحوض الجزئي لوادي كبير النجاء والأحواض الساحلية الغربية القسنطينية وحوض الصومام (خريطة رقم 01) ، يتربع هذا الحوض على مساحة5320 كلم^2.

2- المجموعات المورفوبنيوية الكبرى:

يخضع الحوض التجميعي لوادي الرمال لنظامين جغرافيين (خريطة رقم 02) ، نظام السهول العليا في الجنوب والنظام التلي في الشمال.

إضافة إلى التناقض الطبوغرافي بين التل – السهول العليا ، نضيف التناقض البنيوي الذي يفسر بأرضية عموما سهلة وبسيطة في الجنوب ، تتشكل من اتساع واسع للرواسب الهشة متمثلة في سهول Plio quaternaires وهي مجال بروز السلاسل الكلسية المعزولة.

والبناء الأكثر تعقيدا في الشمال مكون من عدة سلاسل مختلفة تشكلت خلال المراحل التكتونية المتتابعة.

3- عناصر الوسط الطبيعي:

يحوي الحوض التجميعي طبوغرافيا ثلاث مجموعات كبرى:

3-1- السلاسل الجبلية:

تتمثل أساسافي كتلتين:

- **الكتل الجنوبية:**

هي كتل كلسية (الجوراسي – الكريتاسي) تمثل تراصف من الغرب إلى الشرق ، تشمل كل من جبل تنوتيت 1192 م ، جبل قلعة أولاد الحاج 1371 م ، جبل أم كشريد 1208 م كما توجد كتل جبلية تمتد داخل الحوض تتمثل في جبل قريون 1729 م شرق ميلة وجبل راس الريحان 1426 م ، جبل قروز 1187 م شرق شلغوم العيد ، جبل الديس 1212 م.أهم مايميز هذه الكتل تعرضها لعملية التصدع الجمدي بحيث تكون المسبب

الرئيسي في تعريتها ، تنتج عنها كمية من المواد ذات أحجام مختلفة ، تساهم في تشكل مخاريط الأنقاض عند أقدامها.

- الكتل الشمالية:

إتجاهها العام جنوب غرب – شمال شرق ، تتواجد على شكل سلسلة متواصلة تضم جبل مسيد عائشة 1462 م في الشمال الغربي ، جبل سيدي ادريس 1364 م ، جبل بيت الجازية 837 م شمال شرق ، أما بالنسبة للسلاسل الجبلية المتمركزة داخل الحوض تتمثل في جبل شطابة 1263 م ، جبل كركرة 1186 م.

3-2- التلال:

يتراوح ارتفاعها بين 950 – 1050 م في القسم الجنوبي للحوض ، نجد كدية إينازن 1010 م ، تتكون أساسا من مواد هشة (طين ، مارن ، رمل) ، كما تنتشر الحادورات في الجنوب ، تمتد على حواف الكتل الكلسية الجنوبية مشكلة شريط قدر متوسط ارتفاعها بـــ1000 م ، تتوضع على أراضي رديئة كثيرة التقشر الكلسي.

أما في القسم الشمالي للحوض يتراوح ارتفاعها بين 400 – 800 م ، تتميز بسفوح متطاولة ذات إنحدار ضعيف مثل كاف النسور 690 م.

3-3- السهول:

تتواجد بالقرب من المجاري المائية ، تكون أكثر اتساعا في القسم الجنوبي للحوض (العثمانية – قسنطينة) حيث يصل متوسط ارتفاعها 900 م.

أما متوسط الإرتفاع في القسم الشمالي (قسنطينة – القرارم) يتراوح مابين 100 – 200 م ، تمتد بشكل ضيق ومحدود جدا ، وهي عموما تتسع في المناطق ذات التكوينات الهشة ، وتضيق أين تتواجد التكوينات الصلبة.

إن التباين الملحوظ في طبوغرافية الحوض من ارتفاع وانخفاض في التضاريس له تأثير كبير على عناصر المناخ ، وما ينعكس عن هذا الأخير من تأثير في تدهور الوسط.

4- الدراسة المورفومترية:

هي دراسة كمية لخصائص الأحواض التجميعية إعتمادا على مقياس 1/200000 ، من حيث الشكل ، المسافة ، وامتداد الشبكة الهيدروغرافية وتهدف إلى:

- تحديد الخصائص التضاريسية.

- تحديد خصائص الشبكة الهيدروغرافية.

4-1- الخصائص التضاريسية:

بالإعتماد على مؤشرات خاصة يمكننا تحليل وفهم كفاءة الحوض التجميعي اتجاه تغيرات الجريان السطحي ، يلعب شكل وحجم الحوض التجميعي دور مهم في نشأة وتطورالجريان السطحي ، وفي تعميم ظاهرة الفيضانات خلال الفترات المطرة من السنة.

4-1-1- المساحة(A): تم قياسها من الخريطة الطبوغرافية بجهاز قياس المساحات Planimétre وقدرت بـــ 5320 كلم^2.

4-1-2- المحيط(P): هو الخط الذي يشمل حدود الحوض قيس بجهاز قياس الأطوال Curvimétre وقدر بـــ 357 كلم.

4-1-3- شكل الحوض: المؤشر الأكثر استعمالا هو مؤشر التماسك لــGravelius **(Kc)** ، يسمح بمقارنة محيط حوض له شكل معين مع محيط دائرة لها نفس المساحة.

حسب قيمة Kc = 1.37 المحسوبة يمكن القول أن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري الذي يساعد على تركز المياه الجارية السطحية التي تصل كلها في آن واحد إلى منفذ الحوض ، مما يؤدي إلى حدوث فيضانات يكون لها دور كبير في مضاعفة عمل التعرية المائية.

4-1-4- الإرتفاع:

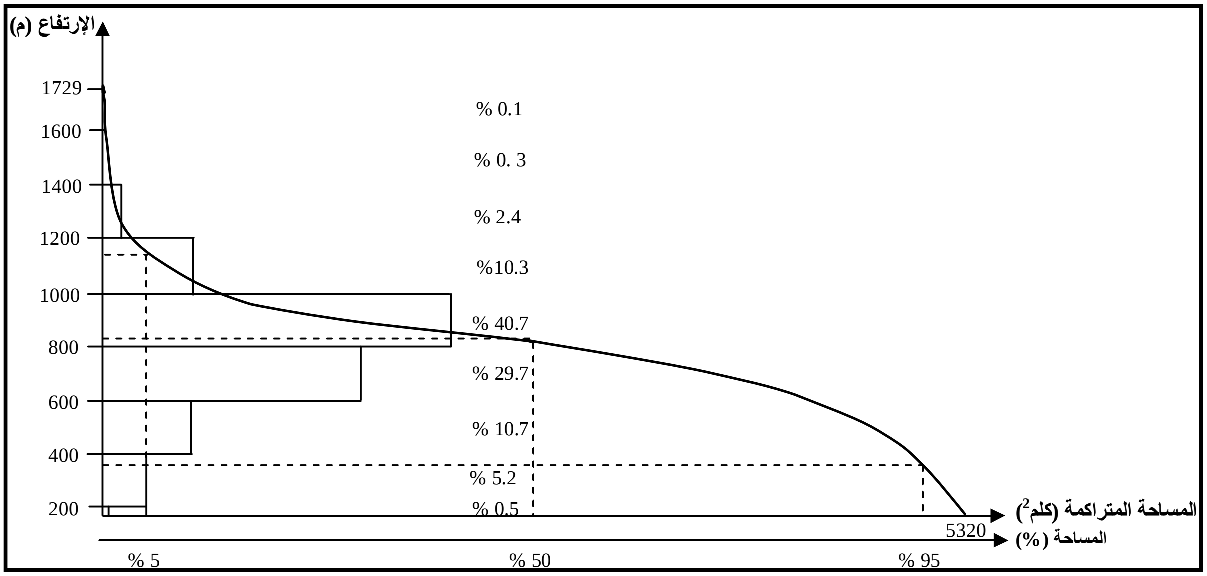
يمكن إنطلاقا من المنحنى الهيبسومتري (شكل رقم 01) تحديد مايلي:

- **الإرتفاع الوسيط** : يمثل تردد1/2 نرمز له بالرمز h 0.5 أو h 50% وقدربـــ 820 م.

- **الإرتفاع المتوسط $\bar{H}$:** قدر بـ 798.7 م ، وهي قيمة معتبرة تعبر عن مدى قدرة العامل التضاريسي في مضاعفة تدفق السيول وزيادة عمل الجريان السطحي في التعرية المائية.

- **فارق الإرتفاع المبسط** : هي المسافة العمودية بين h 5% و h 95% قدر بـــ 780 م.

شكل رقم01 : المنحنى الهيبسومتري لحوض وادي الرمال



4-1-5- الإنحدارات:

تعتبر الإنحدارات كعنصر تحليل ، تسمح لنا بتمييز منظر التضاريس وتحديد نظام الإنحدار الذي يميز مختلف الأوساط ، تشجع تسارع السيلان المباشر على السفوح خلال فترات الأمطار القوية ، كما تتسبب في إنشاء ديناميكية نتيجة تدخلها كمؤشر يلعب دور أساسي في تفسير بعض أشكال التعرية المائية ، تمت دراستها باتباع طريقتين:

4-1-5-1- طريقة تعتمد على التقييم الكمي من خلال مؤشرات:

- **مؤشر الإنحدار العام (Ig)**: يساهم في تصنيف تضاريس الحوض ، قدر بـــ 5.57 م/ كلم.
- **فارق الإرتفاع النوعي (Ds)**: قدر بـــ 406.27 م ، إنطلاقا من هذه القيمة يمكن تصنيف تضاريس الحوض حسب تصنيف ORSTOM : 500 >Ds< 250.

ضمن فئة التضاريس القوية والوعرة ، التي لها دور كبير في مضاعفة سرعة الجريان السطحي وما ينتج عنه من أخطار ظاهرة التعرية المائية ، والتي تلاحظ مظاهرها واضحة في مناطق مختلفة من الحوض.

- **مؤشر الإنحدار لـــ ROCHE (IPR)**(*): قدر بـــ 0.1.

يبقى الإعتماد على هذه المؤشرات غير كافي لأنها تعطي فقط التصنيف العام للتضاريس دون إبراز التباين المجالي للإنحدار داخل الحوض.

لتوضيح هذا التباين نعتمد على:

4-1-5-2- طريقة تعتمد على إنجاز خريطة الإنحدارات:

إنطلاقا من الخريطة الطبوغرافية 1/200000 تم إنجاز (خريطة رقم 03) ، والتي سمحت باستخراج 5 فئات تبعا لتغيرات التضاريس.

- الإنحدارات الضعيفة جدا 0- 3 %:

هذه الفئة أكثر انتشارا في الحوض تشغل مساحة 2667.19 كلم^2 أي بنسبة 50.14 % من المساحة الإجمالية للحوض ، تنتشر خاصة بمنطقة السهول العليا التي تحتل القسم الجنوبي للحوض خاصة في كل من الحوض الجزئي لوادي الرمال - العثمانية و الحوض الجزئي لوادي بومرزوق - الخروب.
كما تحد روافد وادي الرمال وعلى بعض منخفضات التلال ، تكون محصورة عموما في المواد الهشة خاصة التوضعات النهرية (الرمل + الطين + الحصى) للأودية ، ويسود هذه الفئة من الإنحدار السيلان السطحي ، وتكاد الأراضي بها تخلو من التعرية المائية إلا في مناطق محدودة من ضفاف الأودية وهي غالبا ما تكون عرضة لأخطار الفيضانات خاصة فيضانات فصل الخريف و الشتاء مما يستدعي ذلك تحديد الوسائل المناسبة لحمايتها.

- الإنحدارات الضعيفة 3- 12.5 %:

تشغل مساحة 1720 كلم^2 أي نسبة 32.33 % من المساحة الإجمالية للحوض ، تكون أكثر تردد في القسمين الشمالي و الجنوبي الشرقي للحوض عند أقدام الجبال المنخفضة مثل جبل قروز ، جبل تيولت ، جبل شطابة ، جبل برقلي ، جبل بيت الجازية.
تستقر هذه الفئة خاصة على تشكيلة المارن و الميوبليوسان (الطين و المارن).

- الإنحدارات المتوسطة 12.5 - 25 %:

تحتل مساحة 559.01 كلم^2 أي بنسبة 10.51 % من المساحة الإجمالية للحوض ، تشكل امتداد واضح جدا مع الحدود الشمالية و الجنوبية للحوض الجزئي لوادي الرمال - اسمندو ، وفي نقاط محدودة جنوب الحوض على مستوى كل من جبل قريون ، جبل تيولت ، جبل قروز ، تظهر خاصة على السفوح المرتفعة

أين تكون التضاريس وعرة ومعرضة لحوادث ، تتوضع هذه الفئة خاصة على السفوح المارنية و الطينية لوادي الرمال ووادي القطن ، ويكون الجريان السطحي سريع إلى قوي جدا مما يكسبها قدرة كبيرة على نقل المواد المفتتة.

- الإنحدارات القوية 25 - 35 %:

تمثل مساحة 237.2 كلم^2 أي بنسبة 4.46 % من المساحة الإجمالية للحوض ، ذات مساحات صغيرة ومتفرقة على سفوح الحدود الشمالية و الشرقية و الجنوبية لحوض وادي الرمال ، وفي نقاط محدودة وسط الحوض عند كل من جبل شطابة ، جبل لكحل ، جبل كركرة ..... إلخ ، حيث تتميز بجريان سطحي قوي جدا.

- الإنحدارات القوية جدا > 35 %:

تمثل مساحة صغيرة جدا 136.6 كلم^2 بنسبة 2.56 % من المساحة الإجمالية للحوض ، تشغل سفوح الحجر الرملي وكل المنحدرات الوعرة ، جبل سيدي ادريس ، جبل بيت الجازية شمال الحوض، جبل الوحش، جبل واش شرق الحوض ، والمنحدرات الكلسية لجبل أم اسطاس شرق الحوض وجبل قريون ، جبل نيف النسر جنوب الحوض.

يتضح مما تقدم أن القسم الجنوبي للحوض المتمثل في الأحواض الجزئية التالية:
وادي الرمال – العثمانية ، وادي بو مرزوق ، وادي الرمال – سقان تتفاوت فيها حدة التعرية ، حيث يشهد الحوض الجزئي لوادي الرمال – العثمانية تعرية مائية ضعيفة نظرا للإنبساط والتصريف الجيد لتكويناته الصخرية ، كما يعرف الحوضين الجزئيين المتبقيين تعرية مائية أكثر حدة من تعرية الحوض الجزئي لوادي الرمال – العثمانية نظرا لطبيعة التضاريس المتوسطة.
في حين يتميز القسم الشمالي للحوض المتمثل في الحوض الجزئي لوادي الرمال – اسمندو بشدة التضرس وبكثافة منحدراته القوية التي يكون لها دور واضح في مضاعفة تدفق جريان المياه السطحية والعمل على

(*): $IRP=\frac{1}{\sqrt{L}}\sum\sqrt{ai.di}=0.098\approx0.1$

ai : نسبة كل فئة إلى المساحة الإجمالية.

di : فارق الإرتفاع.

L : طول المستطيل المعادل (م).

- فئات الإنحدار المختارة لـــ (GRECO J .,1966) L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en algérie

زيادة الكفاءة النحتية لهذا العامل.

إنطلاقا من هذا تعتبر تضاريس هذا المجال من أبرز المقومات الطبيعية ذات أهمية في تحديد أثر فعل التعرية المائية.

4-2- خصائص الشبكة الهيدروغرافية:

تعرف الشبكة الهيدروغرافية بأنها مجموع القنوات أو الأخاديد الطبيعية التي تسمح بشكل مؤقت أودائم بتدفق مياه السيلان ، وبعودة مياه الأسمطة الباطنية إلى السطح (خريطة رقم 04).

4-2-1-كثافة التصريف:

تعبرعن العلاقة النسبية بين مجموع أطوال المجاري المائية للحوض الهيدروغرافي ومساحته.

أعطت عملية التقدير النتائج التالية:

كثافة التصريف الإجمالية (Dd) (*) : 0.73 كلم/كلم^2.

كثافة التصريف الدائمة (Ddp) (1) : 0.33 كلم/كلم^2.

كثافة التصريف المؤقتة (Ddt) (2) 0.4 كلم/كلم^2.

يسود الحوض طابع التصريف المؤقت وهذا يعود إلى نوعية المناخ المتذبذب خاصة ، والذي سيتم تأكيده من خلال دراستنا للمناخ (الأمطار ، الحرارة).

كما أوضحت بعض التجارب و القياسات لكثافة التصريف التي أجريناها على الخريطة الطبوغرافية بمقياس 1/50000 للحوض الجزئي لوادي الرمال عند محطة وادي العثمانية أن هذه الأخيرة ترتفع 3 مرات مما هي عليه على الخريطة الطبوغرافية 1/200000 أي من 0.71 كلم/كلم^2 إلى 2.2 كلم/كلم^2.

يلعب التباين المجالي كذلك دور رئيسي في تحديد كثافة التصريف ، حيث تبين من الدراسة المورفومترية لحوضين جزئيين يمثلان نظامان جغرافيان مختلفان متمثلان في الحوض الجزئي لوادي الرمال عند محطة وادي العثمانية ممثل لنظام السهول العليا الذي يقع جنوب غرب حوض وادي الرمال ، والحوض الجزئي لوادي اسمندو عند محطة بوشديرة ممثل للنظام التلي ويقع شمال شرق الحوض ، أن كثافة التصريف ترتفع من الجنوب 2.2 كلم/كلم^2 إلى الشمال 3.37 كلم/كلم^2 في مقياس 1/50000 (جدول رقم02).

لطبيعة التضاريس المعتدلة (19.52 م/كلم) و النفاذية المتوسطة لتكوينات (الميوبليوسان) وللمناخ الشبه رطب أين المتوسط السنوي للأمطار يتعدى 600 ملم ، مقارنة بحوض وادي العثمانية أين يتضح ضعف كثافة

التصريف (2.2 كلم/كلم^2) بصورة جيدة للتضاريس الضعيفة (6.79 م/كلم) ولارتفاع نفاذية تكوينات الزمن الرابع ولضعف كميات الأمطار ولارتفاع التبخر.

جدول رقم 01 : تضرس الأحواض حسب مؤشر الإنحدار العام Ig

خصائص التضاريس	مؤشر الإنحدار العام Ig (م/كلم)
ضعيفة جدا	Ig > 5 م / كلم
ضعيفة	5 م / كلم > Ig> 10 م / كلم
معتدلة	10 م / كلم > Ig > 20 م / كلم
قوية نوعا ما	20 م / كلم > Ig > 50 م / كلم
قوية	50 م / كلم > Ig > 100 م / كلم
قوية جدا	Ig > 100 م / كلم

جدول رقم 02 : المتغيرات المورفومترية

المتغيرات	الرمز	الوحدة	حوض وادي العثمانية ــ السهول العليا	حوض وادي اسمندو ــ التل
المساحة	A	كلم^2	1130	301.12
الإرتفاع الأقصى	Hmax	م	1295	1364
الإرتفاع الأدنى	Hmin	م	600	280
الإرتفاع المتوسط	H	م	900	679
الإرتفاع الوسيط	H50%	م	880	625
مؤشر التماسك			1.17	1.45
مؤشر الإنحدارلروش	IPR		0.08	0.15
فارق الإرتفاع النوعي	DS	م	228.24	338.72
مؤشر الإنحدارالعام	Ig	م/ كلم	6.79	19.52
كثافة التصريف	Dd	كلم/كلم^2	2.2	3.37
التركيب الصخري			تكوينات الزمن الرابع	تكوينات الميوبليوسان
زمن التركيز	Tc	ساعة	16.09	8.61

المصدر: الدليل الهيدرولوجي + عمل الباحثة.

$$Dd = \frac{\sum Lx}{A} \quad :(*)$$

$$Ddp = \frac{\sum Lp}{A} \quad :(1)$$

$$Ddt = \frac{\sum Lt}{A} \quad :(2)$$

Lx : مجموع أطوال المجاري المائية الدائمة والمؤقتة.

Lp: مجموع أطوال المجاري المائية الدائمة.

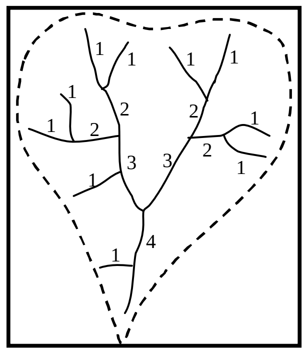
Lt: مجموع أطوال المجاري المائية المؤقتة.

A : مساحة الحوض التجميعي.

4-2-2- الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة الهيدروغرافية:

يعتبر الترتيب الهرمي تصنيف كمي ذو مدلولات مورفولوجية لديناميكية التعرية المائية ، وهناك العديد من الطرق المستعملة في دراسة الترتيب أهمها طريقة ستر ايلر (Strahler A .N ,.1952) (شكل رقم 02) ، وهي أكثر الطرق المورفومترية استعمالا نظرا لبساطة تطبيقها و التي اعتمد عليها في ترتيب مجاري الحوض الهيدروغرافي لوادي الرمال اعتمادا على مقياس الخريطة الطبوغرافية 1/200000 ، أين يأخذ المجرى الرئيسي لوادي الرمال الرتبة السادسة عند الخوانق النهرية الكلسية بمدينة قسنطينة ، بعد اقتران الرتبة الخامسة لوادي بو مرزوق بالرتبة الخامسة لوادي الرمال سقان.

شكل رقم 02 : الترتيب الهرمي للشبكة الهيدروغرافية بطريقة STRAHLER A.N



جدول رقم 03 : الترتيب الهرمي لمجاري الشبكة الهيدروغرافية

الرتبة	عدد المجاري	أطوال المجاري (كلم)	متوسط المجاري (كلم)	نسبة الأطوال	نسبة التشعب
1	886	2490.2	2.81	-	-
2	206	747.6	3.63	1.29	4.30
3	41	372	9.07	2.50	5.02
4	9	120.2	13.36	1.47	4.56
5	2	117.4	58.7	4.39	4.5
6	1	59.8	59.8	1.02	2
المجموع	1145	3907.2	3.41	1.78	3.40

المصدر: عمل الباحثة.

ولتوضيح تأثير المقياس على الترتيب الهرمي للشبكة الهيدروغرافية تبين أنه على مستوى الحوضين الجزئيين، وادي الرمال عند محطة وادي العثمانية ، ووادي اسمندو عند محطة بوشديرة يأخذ المجرى الرئيسي للحوضين الرتبة الرابعة في مقياس 1/200000 و الرتبة السادسة في مقياس 1/50000.

4-2-3 - المقطع الطولي للمجرى:

المقطع الطولي للأودية أو الإنحدار الهيدروغرافي عنصر محدد لسرعة جريان المياه في الأودية ، كلما كان الإنحدار قوي كلما ارتفعت سرعة الجريان السطحي التي تنتج عنها فيضانات مهدمة.

يخترق وادي الرمال نظامين جغرافيين مختلفين ، يأخذ منبعه على ارتفاع 1160 م عند الحواف الجنوبية للنظام التلي في شمال غرب بلاعة ويواصل اتجاهه إلى شمال شرق مدينة قسنطينة عند الإرتفاع المتراوح بين 500 و 550 م ، أين يعمل على الحفر بعمق كبير للخوانق الكلسية ، عندها يغير بسرعة اتجاهه مشكلا تقريبا زاوية قائمة ويسلك مساره نحو الشمال الغربي.

إنطلاقا من الإنقطاع في الإنحدار الملاحظ خاصة في وادي الرمال عند خروجه من صخر قسنطينة يمكن تقسيم المقطع إلى وحدتين أساسيتين (شكل رقم 03).

المنطقة العليا:

إنطلاقا من المنبع يأخذ المجرى الرئيسي شكلا مقعرا ، بعدها نلاحظ انخفاض تدريجي في الإنحدار إلى غاية مستوى صخر مدينة قسنطينة ، تمثل هذه المنطقة منطقة حفر واقتلاع المفتتات الصخرية.

المنطقة السفلى:

بعد اختراق وادي الرمال لصخر قسنطينة يظهر انقطاع واضح جدا في الإنحدار ، عندها يغير مجرى وادي الرمال اتجاهه ، كما يرتفع الصبيب نتيجة تراكم المياه الجارية من المناطق المرتفعة إلى المناطق المنخفضة ، تعتبر منطقة نقل وترسيب.

أهم الروافد ومميزاتها:

- **وادي سقان**: يتغذى من التقاء وادي العوني ووادي الخدير ، يمتد من المنبع إلى المصب على انحدار 1.29% .

- **وادي بومرزوق**: يتغدى من التقاء وادي فسقية ووادي الكلاب ، يتميز بانحدار قوي 10 % من المنبع حتى ارتفاع 800 م ، بعدها ينخفض الإنحدار إلى 0.51 % حتى المصب.

- **وادي البقرات**: يأخذ منبعه من ارتفاع 1050 م على انحدار 5.16 % حتى المصب ذو اتجاه

(*): $$Tc = \frac{4x\sqrt{S} + 1.5LP}{0.8\sqrt{\overline{H} - H\min}}$$

S : مساحة الحوض (كلم²).

LP : طول المجرى الرئيسي (كلم).

$\overline{H}$: الإرتفاع المتوسط للحوض (م).

Hmin : الإرتفاع الأدنى للحوض (م).

جنوب غرب – شمال شرق.

- وادي القطن : ينبع من ارتفاع 1100م يأخذ اتجاه جنوب – شمال على انحدار 4.18 % حتى المصب ، يتخذ شكل مقعر في أعلى الحوض ، مما يدل على نشاط ميكانيزم حفر وانتقال المواد تتخلله بعض الإنقطاعات في الإنحدار ، بعدها يضعف تدريجيا حتى المصب.

- وادي اسمندو : ينبع من ارتفاع 1200 م يمتد على انحدار 2.68 % حتى مصبه في وادي الرمال ، تتخلله انقطاعات في الإنحدار عند ارتفاع 700 م و 350 م ، إتجاهه العام جنوب شرق – شمال غرب.

إذا يتبين أن روافد وادي الرمال تتباين مجاليا ، فروافد القسم الجنوبي للحوض تمتد على العموم بشكل أفقي نظرا للإنبساط وضعف الإنحدار مخترقة تكوينات الزمن الرابع.
بينما روافد القسم الشمالي للحوض تمتد على انحدارات هامة لكون طبيعة التضاريس هنا تختلف لتصبح جبال وتلال ، تمتد على شكل خطوط أعراف متواصلة ومنتظمة يصل فارق الإرتفاع بين أقصى ارتفاع 1364 م و أدنى ارتفاع 173 م إلى 1191 م.

4-2-4- زمن التركيز:

يدل هذا المؤشر على المدة الزمنية التي تستغرقها الأمطار المتساقطة على أبعد نقطة من حدود الحوض للوصول إلى منفذه ، فمن بين الصيغ المعتمد عليها Formule de Giandotti(*).
يستغرق زمن تركيز المياه في حوض وادي الرمال 23.59 سا وهي مدة طويلة ، لا تسمح بتحويل كل مياه الأمطار إلى مياه جارية ، إذ تفقد خلالها كمية كبيرة عن طريق التسرب و التبخر تقريبا.

يتربع حوض وادي الرمال على مساحة 5320 كلم^2 ، يتميز بارتفاعات معتبرة يصل أقصاها إلى 1729 م و أدناها إلى 173 م.
كما نسجل تباين واضح في التضاريس المميزة له ، فالقسم الشمالي متضرس 19.52 م/كلم مقارنة بالقسم الجنوبي 6.79 م/كلم ، هذه الأخيرة انعكست على طبيعة الشبكة الهيدروغرافية ، حيث تعرف مجاري القسم الجنوبي كثافة تصريف ضعيفة يغلب عليها طابع التصريف المؤقت مقارنة بالقسم الشمالي الذي يشهد كثافة تصريف عالية ، مما يؤهل القسم الشمالي أكثر لإنتاجية الجريان السطحي ونقل المواد من القسم الجنوبي.
غير أن معرفة الخصائص التضاريسية وتقييمها الكمي غير كاف في تحديد مدى نشاط عملية التعرية المائية و نظام الجريان السطحي وعملية نقل المواد لهذا يتطلب الأمر معرفة التركيب الصخري ، الغطاء النباتي ، المناخ.

ولتوضيح أثر التركيب الصخري نعتمد على العنصر الموالي.

5- جيولوجية الحوض:

يتصف الحوض التجميعي لوادي الرمال عند محطة القرارم ببنية جد معقدة و بالحديث عن جيولوجية المنطقة يمكننا معرفة مختلف المراحل و الأدوار الجيولوجية التي ساهمت بقسط كبير في رسم التضاريس الحالية للحوض ، التي تتكون في معظمها من تكشفات الصخور اللينة و التي عند تعرضها لعوامل التعرية المائية تتفكك وتفقد توازنها وتعطي ما يعرف بحركات الكتل بمختلف أشكالها.

5-1- الوحدات البنائية للحوض:

تم تصنيف هذه الوحدات حسب تاريخها الجيولوجي من الأحدث إلى الأقدم (خريطة رقم 02) على الشكل التالي:

5-1-1- تشكيلات الزمن الرابع:

هي رواسب فيضية حديثة تتمثل في الطين و الرمل التي تحد الروافد المائية ، و المشكلة لمختلف مستويات المصاطب ، وهو المسؤول أكثر في الترسيبات و التوضعات و التشكيلات السطحية.
يلاحظ هذا النوع من التشكيلات في القسم الجنوبي للحوض ، وتشتمل بشكل عام على الترسبات التي تظهر على طول المجاري المائية للأدوية الرئيسية و المهيلات التي تقع عند أقدام الجبال وتوضعات الرصرصة.

- المهيلات:

تظهر عند أقدام الحافات الصخرية المرتفعة للسلسلة النوميدية و المرتفعات الكلسية ، تتشكل من مواد صخرية متفاوتة الأحجام تتوزع في شكل أكداس مخروطية ، نجدها تنتشر خاصة فوق التكوينات الطينية في بعض الجهات من أراضي حوض ميلة وذلك نتيجة لارتباط هذه المهيلات بحركة الإنزلاقات الكتلية الهامة التي انتقلت لمسافات معتبرة.

- الرسوبات الحديثة و الحالية Alluvions récentes et actuelles:

تشتمل توضعاتها على الغرين ، الرمل ، الحصى ، الحجارة المستديرة ، تظهر في شكل أشرطة متقطعة على طول المجاري الرئيسية الدائمة الجريان ، تشكل الترسبات الحديثة لتوضعات المصاطب المنخفضة التي يعود عمرها إلى فترة الهولوسين مكونة بذلك أحدث مصطبة التي تعرف بالمصطبة الغربية ، بينما تشكل في أغلب الأحيان الترسبات الحالية مستويات الأسرة الفيضية للأودية.

- الرسوبيات القديمة Alluvions anciennes:

تشكل مستويات المصاطب التي يبلغ ارتفاعها المتوسط من 20 إلى 80 م من مستوى السرير الحالي لوادي الرمال ، تتألف توضعاتها أساسا من الجلاميد والحصى المصقول الممزوج بالطين والغرين وهذه الترسبات محدودة الإنتشار حيث تلاحظ فقط في بعض الأماكن من ضفاف الأودية الرئيسية على شكل بقع متفرقة.

- تشكيلات الرصرصة Travertins:

ترتبط تكوينات هذه التشكيلات بالمياه الجوفية التي تظهر على السطح في شكل ينابيع حارة التي تقوم بترسيب المركبات الكيميائية المذابة ، حيث تتوضع في شكل طبقات كلسية تحتوي على كثير من البقايا العضوية ذات نسيج إسفنجي تتخلله الكثير من التجاويف والثقوب المتفاوتة الأحجام.

كما أن تشكيلات الرصرصة في حالة تطور دائم لارتباطها بمصادر المياه الإرتوازية الدافئة في منطقة الحامة وصالح باي التي لا زالت تشهد نشاطا لحد الآن.

5-1-2- تشكيلات الميوبليوسان:

نتيجة الحركات التكتونية الإنكسارية تشكلت بعض المنخفضات الكبيرة خلال الباليوجين والنيوجين ، تعرضت هذه الأخيرة للترسيب بواسطة توضعات نيوجينية ورباعية من بين هذه المنخفضات نجد منخفض قسنطينة ، تفصل تشكيلة الميوبليوسان بين الكتل الكلسية و الحجر الرملي للسلسلة النوميدية في الشمال وتشكيلة الزمن الرابع في الجنوب.

تشكيلة الميوبليوسان ذات اتجاه جنوب غرب ــ شمال شرق ، تمتد في شكل مساحات محدودة الإنتشار في الجنوب وتتسع كلما اتجهنا نحو الشمال ، تتميز أراضيها بشدة التضرس كما تخترقها مجاري مائية واسعة ، نجد كتلة كلسية منتصبة في منطقة الخنق (جبل الخنق) ، وهي المنطقة التي قام الواد على حفرها واختراقها مشكلا خانق ، وتتضمن تكوينات الميوبليوسان نوعين مختلفين من الصخور.

- الميوسان البحري لــ ميلة Miocène marin de Mila:

تشغل توضعات الميوسان البحري أماكن محدودة جدا ، تشتمل على بعض الكتل المارنية ، التي تظهر في شكل بقع متفرقة تعود لطابق Helvétien من عصر الميوسين الأسفل ، مسجلة بذلك بداية دورة الميوسين اللاحقة (التابعة) للغشاءات المنقولة ، وهي متوضعة بعدم التوافق على الصخور الأقدم منها.

- توضعات الميوبليوسان القاري Formations Mio-pliocène continentales:

تشتمل هذه التوضعات على مختلف التشكيلات التي تعود إلى عصر الميوسين الأوسط والأعلى وعصر البليوسين ، وتتمثل تشكيلاتها في المواد المتراكمة بمناطق المنخفضات الطبوغرافية التي تتميز بشدة سمكها وبتنوع تراكيبها الصخرية.

5-1-3- غشاءات الفليش Nappes de flysh:

تظهر على مستوى السفوح الجنوبية للسلسلة النوميدية ، وتكون على شكل بقع متفرقة محدودة المساحة تبدو متأثرة جدا بالحركات التيكتونية حيث تتخذ شكل حراشف أو مايعرف بالأغشية المنضدة ، تتألف بصورة أساسية من تعاقب مسافات من الكلس والمارن Flysh massilien أو من الحجر الرملي والطين Flysh mauritanien ، أخذت وضعها الحالي أثناء المرحلة الألبية عن طريق الحركة البطيئة للتراكبات.

5-1-4- الغشاء النوميدي:

يحيط تقريبا بباقي الغشاءات ، يبين لنا أنه لم يتعرض إلى الإنكسارات والحركات التكتونية الداخلية إبان فترة البرييابونيان (PREABONIEN) على خلاف الوحدات الأخرى التي تعرضت للقص و الإنكسار و أخذت شكلها الحالي في الفترة الألبية يظهر في الجنوب الشرقي لجبل الوحش.

5-1-5- نطاق الغشاءات التلية domaine de nappes telliennes:

تظهر عدة أنواع من الغشاءات المنقولة تتميز بانتشارها الواسع ، و تشكل كل واحدة وحدة جيولوجية مستقلة سواء من حيث التركيب الصخري و مراحل التطور الجيولوجي ، تنقسم إلى ثلاثة أنظمة متعاقبة من الشمال نحو الجنوب.

- نطاق الغشاء فوق التلي nappe ultra-tellienne:

نشأت هذه الوحدة نتيجة قوى الدفع القادمة من جهة الشمال محدثة بذلك بنية تظهر على شكل قشور ، نجدها متوضعة أسفل مستوى الإتصال القاعدي للغشاء النوميدي بتماس غير عادي وهي تتألف من أراضي عصر الكريتاسي الأعلى و عصر البليوسين (paléocène) التي تمثل سحنة عميقة تتكون من المارن الذي يتكشف على طول خطوط الإنكسار و يظهر في شكل أشرطة ضيقة عند السفوح الجنوبية لجبل سيدي ادريس، و أشرطة واسعة عند السفوح الجنوبية لجل الوحش و السفوح الشمالية لجبل فرطاس.

- الغشاء التلي الواسع الإنتشار nappe tellienne stricto sensu (S.S):

يعرف بغشاء جميلة ذو انتشار واسع مقارنة بالوحدات الأخرى ، إمتداده يتراوح إلى عدة كيلومترات أبرز مناطق ظهوره تتمثل في الحافة الجنوبية للسلسلة النوميدية ، كما ينتشر في شكل بقع متفرقة محدودة المساحة عند جبل كلال ، جبل كركرة ، جبل لكحل ، تتوضع هذه الوحدة بصفة عامة فوق الغشاء شبه التلي ، الغشاء الضحل القسنطيني ، ومن خصائص هذه الوحدة أنها بقيت تحتفظ بنفس المظاهر التكتونية التي إكتسبتها خلال الحركة الأطلسية بينما لم تتوضع هذه الغشاءات في أماكنها الحالية إلا بعد تعرضها للحركة الألبية.

- الغشاء شبه التلي nappe péni-tellienne:

دراسة عناصر شبه تلية لمنطقة قسنطينة و وادي العثمانية توضح أن أبعاد(*) الغشاء شبه تلي ذات أهمية 150 كلم من الغرب إلى الشرق و 30 كلم على الأقل من الشمال إلى الجنوب ، يبرز هذا الغشاء متراكب و متوضع بعدم توافق فوق الغشاء الضحل القسنطيني ، يفصل الوحدتين عن بعضهما البعض سطح تماس غير عادي ، تتوضع هذه الوحدة عند قاعدة السلاسل التلية S.S ، وتكون مغطاة في معظم أجزائها بتكوينات الميوبليوسان القاري ويمكن تقسيم هذه الوحدة إلى ثلاثة مناطق تبعا لخصائصها الليثولوجية ومراحل تطورها الجيولوجي:

1- تنحصر في جبل شطابة وتعود التكوينات فيها إلى فترة الترسيب الممتدة من عصر (Cénomanien) إلى غاية عصر (Cénonien) تتكون الصخور فيها من تناوب المارن والمارن الكلسي.

2- تتكون تكويناته من المارن المتورق وهي تكوينات شيستية تقريبا.

3- تتألف تكويناته من الكلس الكتلي والدولومي وأحيانا من المارن الذي تتخلله حواجز من الحجر الرملي ، تكوينات هذا القسم تنتمي إلى فترة الترسيب الممتدة من طابق اللياس (الجوارسي الأسفل) إلى طابق (santonien) (الكرتياسي الأعلى).

5-1-6- الغشاء الضحل القسنطيني nappe néritique constantinoise:

يتراوح عمره بين العصر الجوارسي والعصر الكريتاسي ، توافق هذه البنية معظم التضاريس الكلسية المرتبطة بالقاعدة الكلسية الصلبة التي تمتد على مسافات شاسعة ، تكون مغطاة بالتشكيلات الأحدث منها ، هذه

(*): Vila J.M., 1980 : La chaine alpine d'algérie orientale et ses confins algéros – tunisiens.

الوحدة تملك نمط خاص ، حيث تمت عملية نقل هذا الغشاء باتجاه الجنوب في شكل كتلة (قشرة كاربوناتية واسعة) إثر تعرضه لقوى الدفع الهائلة الآتية من الشمال في نهاية الزمن الثالث ، كما تعرضت هذه الوحدة من جديد للحركات الإنكسارية العنيفة التي تسببت في انفكاكها مكونة الحفر الإنهدامية ، بالإضافة إلى المرتفعات التي تظهر في شكل عدة كتل منعزلة عند كل من أعالي مرتفعات جبل شطابة ، جبل كركرة ، جبل الزواوي ، جبل كلال ، ومنطقة جبل الخنق في القسم الشمالي للحوض ، أما في القسم الجنوبي نجد مرتفعات جبل قريون ، جبل فلتان ، جبل قروز ، تتخلل هذه التشكيلات شبكة كثيفة من الإنكسارات والتشققات التي تتسبب في تطور مختلف مظاهر التعرية.

5-1-7- غشاءات منطقة السلاوة Ecailles de Sellaoua:

تتألف من زمرة مارنية أو مارنية كلسية وهي من نوع رواسب البحار العميقة ، تشكل تكوينات نتيجة التعدي البحري (transgressive) حيث تتوضع بعدم التوافق على الصخور الأصلية التي تعلوها ، ويتميز هذا القسم بغطاء رسوبي ضعيف السمك نسبيا ، وتمتد في شكل متطاول كثيرا وخط سيرها العام شمال - شرق ، جنوب - غرب.

5-1-8- المركب الترياسي الدخيل Le complexe triasique exotique:

تمثل هذه المجموعة أقدام التكشفات الواضحة المتواجدة في الحوض ، ولا تظهر أبدا في وضعية طبيعية ولكن تظهر على هيئة صفائح ونتوءات منتصبة ومتعددة ذات اتصالات غير متوافقة وغير عادية تربط بين مختلف الوحدات التلية ، وتكون في شكل كتل متطابقة من الطين المختلف الألوان والجبس المهشم.

5-2- التركيب الصخري:

تكمن أهمية دراسة خصائص التركيب الصخري في تحديد المناطق التي تعرف مختلف ميكانيزمات التعرية المائية ، ومدى مساهمتها في رفع مقدار الحمولة الصلبة ومن ثمة نقلها إلى بحيرات السدود.
إنطلاقا من الخريطة الجيولوجية وخريطة التركيب الصخري (خريطة رقم 05) أمكن استخراج التكوينات الصخرية الرئيسية المميزة انطلاقا من خصائصهما الفيزيائية والميكانيكية ، حيث تم تصنيف أنواع الصخور حسب درجة مقاومتها إلى ثلاث تكوينات أساسية:

5-2-1- تكوينات مقاومة للتعرية:

توجد على شكل كتل صخرية متماسكة جدا مما يسمح بمقاومة عوامل التعرية المائية ، تشكل نسبة 15.31 % من المساحة الإجمالية لكل التكوينات ، تميز هذه التكوينات التضاريس الضخمة ذات انحدارات من متوسطة إلى قوية جدا من 12.5 % إلى أكثر من 35 % عند كل من جبل الوحش ، جبل واش ، جبل سيدي ادريس ، تضم هذه التكوينات:

- **الكلس (الجوراسي ، الكريتاسي) للغشاءات النيريتية القسنطينية**: هي عبارة عن كتل منعزلة ذات أحجام مختلفة ومن بين الكتل نجد جبل أم اسطاس ، جبل فرطاس ، جبل قريون ، جبل قروز ، جبل شطابة.
تحتوي هذه الكتل على تشققات ناتجة عن أثر فعل برودة المناخ خلال الزمن الرابع وبالتالي يكون أكثر نفاذية.

- **الحجر الرملي النوميدي (الأوليقوسان)**: يظهر في قطاعات محدودة خاصة في القسم الشمالي ، والشمالي الشرقي للحوض بحيث يوجد على شكل حواجز سميكة من الحجر الرملي ، أحيانا تكون محاطة بالكوارتز تتناوب مع مستويات خفيفة (رقيقة) من الطين سمكها يقارب 400 م عند جبل الوحش ويتغير بين 500 م و 800 م في الكتل الشمالية.

5-2-2- تكوينات متوسطة المقاومة للتعرية:

الطبيعة التكتونية لهذه الصخور وكذلك التغيرات التي تعرضت لها جعلتها تتميز بمقاومة متوسطة لعوامل التعرية ، تنتشر على نطاق واسع في القسم الجنوبي الشرقي ووسط الحوض تشغل مساحة 10.52 % من المساحة الإجمالية للتكوينات الصخرية ، تتوافق مع الكتل والتلال التي تتراوح انحداراتها من 12.5 % إلى أكثر من 35 % (إنحدارات من متوسطة إلى قوية جدا) تتمثل هذه التكوينات خاصة في:

- **الفليش**: يظهر على مستوى السفوح الجنوبية للسلسلة النوميدية يبدو متأثر جدا بالحركات التكتونية إذ يتخذ شكل حراشف.

- **كلس مارني(الجوراسي ، الكريتاسي ، إييوسان)**: تميز مظهر التضاريس في القسم الجنوبي والجنوب الشرقي وبعض النقاط في وسط الحوض.

- **مارن ومارن كلسي (الكريتاسي ، إييوسان)**: تحتل مساحة ضعيفة في الجنوب الشرقي وفي وسط الحوض نجدها عند أقدام الجبال مثل جبل الوحش.

- **مارن- كونغلوميرات وحجر رملي(الميوسان البحيري والقاري)**: تتواجد هذه التكوينات في الجنوب الشرقي للحوض بمحاذاة تكوينة المارن والمارن كلسي ، إذ تحتل مساحات محدودة جدا.

- **الجبس- الطين (الترياسي)**: ظهوره راجع إلى الإنكسارات التي تعرضت لها التضاريس الكلسية وأدت إلى صعوده عبر السلاسل التحتية.

3-2-5- تكوينات ضعيفة المقاومة للتعرية:

تتأثر بسهولة لعمليات التعرية المائية مما يؤدي إلى حدوث انجرافات وانزلاقات بالمناطق التي تشغلها خاصة عند تدهور الغطاء النباتي الذي يعمل على تغطية وحماية هذه المناطق ، تشغل مساحة 74.17 % من المساحة الإجمالية لكل التكوينات ، تسود المناطق التي يكون انحدارها أقل من 12.5 % أي تمثل فئة الإنحدارات من الضعيفة جدا إلى الضعيفة.

- **المارن (الكريتاسي ، إيبوسان) + طين** Priaboniennes a blocs: يظهر في كل من حوض وادي الرمال-عين اسمارة ، وحوض وادي بومرزوق ، ينتشر على السفوح وأقدام الجبال.

- **تكوينات الميوبليوسان**: تحتل مساحة لا بأس بها في وسط وشمال الحوض ، وهي ممثلة بالطين والمارن الذي يكون أحيانا حبيبي بالإضافة إلى الكلس البحيري ، الكونغلوميرات ، الحجر الرملي.

تتعرض تكوينة الطين والمارن عند أول سقوط للأمطار السيلية الجارفة للتشبع الذي ينتج عنه إنزلاقات أرضية تكون متغيرة ومتعددة على طول منحدرات السفوح.

على العموم في كل هذه التكوينات الصخرية مظاهر التعرية المائية مختلفة إذ تظهر خاصة خلال الفترات الرطبة.

- **تكوينات الزمن الرابع**: هي رواسب فيضية حديثة تتمثل في الطين والرمل والحصى المشكلة للمصاطب النهرية على ضفاف الأودية وترسبات الإنحدارات والحادورات ذات انتشار واسع في القسم الجنوبي للحوض.

جدول رقم 04 : التركيب الصخري للحوض

المقاومة	التكوينات الصخرية	المساحة (كلم^2)	النسبة %	المساحة الكلية (كلم^2)	النسبة الكلية (%)
مقاومة	الكلس (الجوراسي - الكريتاسي) الحجر الرملي النوميدي (الأوليقوسان)	599.54 215.1	11.27 4.04	814.64	15.31
متوسطةالمقاومة	الفليش كلس مارني(الجوراسي - الكريتاسي - إيبوسان) مارن ومارن كلسي (الكريتاسي – إيبوسان) مارن - كونغلوميرات وحجر رملي (الميوسان البحيري والقاري) الجبس- الطين (الترياسي)	2.7 397.5 28.8 63.9 66.6	0.05 7.47 0.54 1.20 1.25	559.5	10.52
ضعيفة المقاومة	المارن (الكريتاسي - إيبوسان) + طين تكوينات الميوبليوسان تكوينات الزمن الرابع	320.4 1580.96 2044.5	6.02 29.72 38.43	3945.86	74.17
المجموع		**5320**	**100**	**5320**	**100**

المصدر: عمل الباحثة.

يتبين من الجدول أن التركيب الصخري في حوض وادي الرمال معقد جدا من خلال تغيرات المقاومة الخاصة بنوعية التكوينات الصخرية التي تتمثل في الصخور الأكثر صلابة ، مثل الكلس والحجر الرملي ، والصخور الهشة (اللينة) مثل الطين والمارن التي تشكل نسبة 74.17% من المساحة الإجمالية للتكوينات الصخرية.

6- النفاذية:

تتوقف نفاذية التكوينات الصخرية على حجم الفراغات والشقوق التي تحتويها ، إذ تؤثر النفاذية على الجريان السطحي الذي يعتبر المسبب الرئيسي في نقل الأحجام الصلبة منها: الحجارة الصغيرة ، الحصى ، الرمل ، الطين.

لهذا تم تصنيف التكوينات الصخرية حسب درجة نفاذيتها إلى تكوينات ذات نفاذية عالية ، متوسطة ، ضعيفة.

جدول رقم 05 : نفاذية الحوض

النفاذية	التكوينات الصخرية	المساحة (كلم^2)	النسبة %	المساحة الكلية (كلم^2)	النسبة الكلية (%)
عالية	الحجر الرملي النوميدي (الأوليقوسان) تكوينات الزمن الرابع الكلس (متفكك) (الجوراس - الكريتاسي) مارن +كونغلوميرات + حجر رملي	215.1 2044.5 599.54 63.9	4.04 38.43 11.27 1.20	2923.04	54.94
متوسطة	المارن والمارن الكلسي(الكريتاسي - الميوسان) كلس مارني(الجوراسي - الكريتاسي - إبيوسان) تكوينات الترياسي خليط من الطين والمارن (الميوبليوسان)	28.8 397.5 66.6 1580.96	0.54 7.47 1.25 29.72	2073.86	38.98
ضعيفة	مارن (الكريتاسي - إيبوسان) + طين الفليش	320.4 2.7	6.02 0.05	323.1	6.07
المجموع		**5320**	**100**	**5320**	**100**

المصدر: عمل الباحثة.

يتبين من الجدول أن نفاذية الحوض تتراوح من متوسطة إلى عالية بنسبة 93.92 % ، حيث 38.98 % من مساحة الحوض ذات نفاذية متوسطة و76.24 % منها هي خليط من الطين والمارن (الميوبليوسان) ، أما النفاذية العالية تمثل نسبة 54.94 % من المساحة الإجمالية للحوض ، تحتل تكوينات الزمن الرابع نسبة 69.94 % من مساحة الفئة.

أثر التنوع الكبير للتكوينات الصخرية في معرفة إمكانيات الوسط لخطر التعرية المائية ، وتحديد خصائص جريان أودية وروافد الحوض.

تسود الحوض التكوينات الهشة بنسبة 74.17 % منها 38.43 % تكوينات الزمن الرابع متواجدة جنوب الحوض ذات نفاذية عالية تسمح بزيادة حجم المياه الجوفية بسبب عملية التسرب و29.72 % تكوينات الميوبليوسان النصف نفوذة تسود شمال الحوض ، وبتوفر الإنحدار أدت هذه العوامل مجتمعة إلى التنبأ بدرجة حساسية المنطقة للتعرية المائية بسبب ضعف تغطية هذه التكوينات الصخرية ، والتي ستخصص بنوع من الدراسة المدققة في العنصر الموالي.

7- الغطاء النباتي:

يلعب الغطاء النباتي دورا هاما في حماية السفوح و التكوينات السطحية من مختلف أنواع التعرية المائية وذلك حسب نوعه ، كثافته ، المساحة التي يشغلها ، بحيث يعيق عملية جريان المياه السطحية والتخفيف من طاقتها ، كما يشكل حاجزا وقائيا يقلل من أثر فعل الأمطار السيلية ، مما يحقق فضل كبير في تنظيم تدفق المياه الجارية و الحد من آثار الفيضانات و حماية السدود من أثر التوحل السريع.

لكن إنعدامه يترتب عنه انعكاسات سلبية متعددة تزيد من تفاقم مختلف الأخطار الطبيعية التي تعاني منها مختلف مناطق الحوض.

7-1- نقص الوثائق الخاصة باستغلال التربة:

نظرا للنقص الكبير في الوثائق الخاصة باستغلال التربة (خرائط تمثل تغطية حديثة للحوض) ، ولكون حوض وادي الرمال يشمل أربع ولايات ، قسنطينة ، ميلة ، أم البواقي ، سطيف ، كان من الصعب جدا الإعتماد على خرائط استغلال التربة لكل ولاية كونها منجزة بمقاييس مختلفة.

مما اضطر بنا إلى الإعتماد على خريطة استغلال التربة المنجزة من طرف منظمة (Energoproject) اليوغسلافية عن طريق القمر الصناعي للشرق الجزائري غير أنها تطرح عدة مشاكل من بينها:

- كون المساحة التي تغطيها كبيرة تشمل الشرق الجزائري بمقياس 1/200000.
- لم توضح إلا التشكيلات الكبرى مع عدم تحديد نسبها المساحية.
- لم تحدد المناطق المخصصة للرعي.

7-2- تصنيف الأنواع النباتية:

الأنواع النباتية المشكلة لكل تغطية لم تحدد في الخريطة ، إذ تم معرفة بعض الأنواع منها بمساعدة خاصة من طرف مختصين في المحافظة العليا للغابات لولاية قسنطينة.

كما أن النسب المئوية التي تشغلها كل التشكيلات النباتية تم حسابها اعتمادا على خريطة استغلال التربة بجهاز قياس المساحات.

- تم تصنيف الأنواع النباتية حسب درجة التغطية لـــ (Tricart J., 1963- 1968) والتي تشكل عنصر مهم في معرفة الجريان السطحي وتقهقر التربة (خريطة رقم 06) ، طبقت من قبل في حوض وادي كبير الرمال(1) وفي حوض الحضنة(2).

7-2-1- المساحات المحمية جيدا:

يشغلها الغطاء النباتي الكثيف والدائم ، يشكل طريقة فعالة للحماية ضد التعرية المائية إذا ما كان منتظم من الناحية البيولوجية ومهيأ بصفة عقلانية وهذا نتيجة التغطية الدائمة والتي تساهم في عرقلة هجومية الأمطار وبالتالي لا يحدث تهديم لمدارات التربة أي لا تكون هناك حمولة صلبة كبيرة ، كذلك التركيب الطبقي الذي يشكل واجهة لتكسير حدة الطاقة المحركة للقطرات المطرية ، بالإضافة إلى طبيعة الأراضي التي غالبا ما تكون محمية ببقايا نباتية تساعد على تحسين بنية الترب بحيث تساهم في رفع المسامية بزيادة النفاذية وبالتالي التقليل من حدة السيلان ، يغطي هذا النمط مساحة ضئيلة تقدر بـــ 801.2 كلم^2 أي بنسبة 15.06 % من المساحة الإجمالية للحوض يشمل عدة أنواع تتمثل في:

- **الغابة**: تشغل مساحات ضيقة ومحدودة جدا عند مرتفعات جبل سيدي ادريس ، جبل واش ، جبل شطابة ، تتمثل أشجارها خاصة في الصنوبر الحلبي والبلوط الفليني.

- **الماكي**: عبارة عن تشكيلات نباتية ناتجة عن تقهقر الغابة أو هي مرحلة ما بعد الغابة لا يتعدى طوله 5 أمتار ، إمتداده ضعيف في الحوض نظرا للمساحة الصغيرة جدا والمتقطعة التي يحتلها ، يتواجد في مناطق يتراوح ارتفاعها ما بين 1000-1400 م وانحدارها يتعدى 12.5 % ، ينحصر وجوده على الكتل الكلسية لجبل قريون ، جبل نيف النسر ، جبل شطابة ، جبل فحام وعلى امتداد وادي الرمال فوق التكشفات الكلسية كذلك ، وهو ذو تثبيت جيد للتربة نتيجة كثافته وامتداده الجذري العميق.

- **الماتورال**: يمثل هذا النوع من الإستغلال الوضعية المتوسطة بين مرحلتين لتقهقر الغابة وهي الماكي (Maquis) والأحراش (Erme) ، تنتشر في مناطق مختلفة من الحوض في شكل مساحات صغيرة متقطعة ، تتواجد على سفوح المرتفعات التي يتعدى ارتفاعها 1000 م.

---

(1) : Mebarki A ., 1982 : Le bassin du Kebir – Rhumel (Algérie) , Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau.

(2): Nemouchi A ., 2001 : Géographie Hydrologique du bassin versant endoreique du chott el hodna.

ونخصص غطاء نباتي من نوع الديس الذي يحتوي على نسبة قليلة من (Calycotome-spinesa) ولكن نظرا للرعي المفرط والمتواصل على هذه المساحات فهي حاليا في تدهور مستمر يؤدي إلى تعرية مائية كبيرة تنتشر في مساحات مختلفة من الحوض.

7-2-2- المساحات متوسطة الحماية:

يسودها نمط الزراعات الواسعة أي زراعات موسمية والتي تغطي مساحة 4488.8 كلم^2 أي بنسبة 84.38 % من المساحة الإجمالية للحوض ، هذا النوع لا يلعب دور كبير في الحفاظ على الترب من التعرية المائية نتيجة كون الأراضي غير محمية طيلة السنة فأغلبية الأراضي المزروعة هي أراضي السفوح ، أين تكون مساهمة الإنسان كبيرة في إحداث التعرية المائية خاصة إذا كانت الترب مارنية أو طينية مما يجعلها معرضة للتهديم والنقل عن طريق السيلان ونجد في هذا النوع:

- **الزراعات المسقية**: مساحتها صغيرة جدا ، تنتشر على امتداد وادي الرمال وروافده وهذا لضمان مياه السقي وفي مناطق محدودة جنوب الحوض ، دورها الإيجابي يكمن في كونها أكثر كثافة وبالتالي أكثر حماية ، ويندرج ضمن هذا النوع من الزراعة ، زراعة الخضر ، الأشجار المثمرة ، أشجار الزيتون ، التين ، اللوز ، بساتين وحدائق الخواص.

- **الزراعات الجافة**: تشمل زراعة الحبوب وتتم عن طريق تناوب القمح والشعير ، تكون أراضيها مغطاة من 6 إلى 7 أشهر/24 شهر ، تمتاز بنمط الزراعة الثنائي (حبوب ، عطيل) يرتكز هذا النوع على الحرث العميق مما يسمح بصعود المياه الشعرية ، وبالتالي يحدث التبخر ، بالإضافة إلى تكسير مدارات التربة وتهيئة جزيئاتها للنقل عن طريق السيلان الناتج عن الأمطار الفجائية خلال فصل الخريف.

بالإضافة إلى نوع ثاني المتمثل في الزراعات المتناوبة ، إذ تتميز بتناوب زراعي بين الحبوب الجافة والأعلاف ، حماية هذا النوع من الزراعات أكثر فعالية من نظام زراعة الحبوب نتيجة التناوب في الزراعة مما يسمح بتغطية التربة فترة طويلة من السنة ، إضافة إلى ذلك تنوع المزروعات يسمح بتحسين بنية التربة من خلال البقايا النباتية إذ تسمح بتوفير المادة العضوية وإعادة تركيب العناصر المعدنية للتربة.

7-2-3- المساحات ضعيفة الحماية:

تشمل الأنواع النباتية المتقهقرة المنتشرة في القسم الشمالي للحوض وعند جبل تنوتيت مع الحدود الجنوبية للحوض ، والتي عمل الرعي المفرط على الزيادة في تقهقرها والمساهمة في زيادة حساسيتها تحتل مساحة 30 كلم^2 أي بنسبة 0.56 % من المساحة الإجمالية للحوض وتتمثل في:

- مناطق تقهقر الغطاء النباتي المؤقت عن طريق الرعي الذي يؤدي إلى إفقار هذه المساحات من الغطاء النباتي بالإضافة إلى الدك المستمر الذي ينقص من المسامية التي بدورها تنقص من النفاذية ، وبالتالي تشجع عملية السيلان السطحي الذي يحفز من تطور المسيلات إلى تخددات نتيجة الحفر الرأسي.

- **الأراضي الغير مستغلة:** هي مجال نمو الأعشاب الطبيعية ذات مساحات صغيرة وهي معرضة للتعرية المائية بشدة نتيجة ضعف التغطية.

يتميز حوض وادي الرمال بتغطية متوسطة ومحدودة في المجال والزمن أين يسود نظام الزراعات الموسمية مما يسهل من عملية تقهقر أراضي الحوض ، فالغطاء النباتي الدائم منعدم ما عدا في مساحات ضيقة حيث يشكل نسبة 15.06 % عند مرتفعات جبل الوحش ، جبل شطابة ، جبل سيدي ادريس.

فبعد معرفة هذه الخصائص ، كيف سيكون حال الوسط تحت تأثير أهم عامل على الإطلاق في عملية التعرية المائية والمتمثل في العامل المناخي بمختلف عناصره؟.

فالغطاء النباتي الضعيف يسمح بحدوث الفيضانات مما يؤدي إلى انعكاسات سلبية تتجلى خاصة في تسارع مختلف أشكال التعرية المائية في الوسط وتضاعف في كميات وأحجام الصبيب الصلب.

سمحت الدراسة التحليلية لخصائص الحوض الطبيعية باستخلاص النتائج التالية:

* يجمع الحوض التجميعي لوادي الرمال عند محطة القرارم بين نظامين جغرافيين مختلفين نظام السهول العليا منبسط واسع في الجنوب ، ونظام تلي متضرس ضيق في الشمال.

* وجود تفاوت ملحوظ في ارتفاع التضاريس بين مختلف أقسام الحوض يصل فيها فارق الإرتفاع بين أعلى نقطة وأدنى نقطة 1556 م.

* يصنف الحوض مورفومتريا ضمن فئة التضاريس القوية والوعرة.

* سيادة فئة الإنحدار الضعيفة جدا في القسم الجنوبي للحوض التي تؤثر على تناقص الجريان السطحي على عكس القسم الشمالي أين الإنحدار يؤثر مباشرة على مضاعفة الجريان السطحي والتعرية المائية.

* تخترق الحوض شبكة هيدروغرافية سطحية في الجنوب معظمها مؤقتة ، وكثيفة ومتعمقة في الشمال.

* ساهمت التراكيب البنائية الإنكسارية في تحديد الشكل العام للحوض.

* الوحدات البنائية للحوض حسب تاريخها الجيولوجي تبين أن أهم تكوينات الحوض توضعت في نهاية الزمن الثالث وبداية الزمن الرابع (تكوينات الميوبليوسان والزمن الرابع) ، وهي تكوينات حديثة ضعيفة المقاومة للتعرية المائية مما يؤدي إلى حدوث انجرافات وانزلاقات بالمناطق التي تشغلها خاصة عند تدهور الغطاء النباتي ، تشغل مساحة 74.17 % تتمثل في تشكيلة المارن ، الطين و المارن ، الطين والرمل.

* أغلبية تكوينات الحوض نفاذيتها تتراوح من متوسطة إلى عالية بنسبة 93.92 % منها 54.94 % ذات نفاذية عالية ، تحتل تكوينات الزمن الرابع نسبة 69.94 % من مساحة الفئة.

* إنعدام الغطاء النباتي الدائم في أغلب أراضي الحوض وانحصاره في مساحات محدودة جدا يبين أن التربة غير محمية من عوامل التعرية المائية خاصة المناخ ، بسبب الأمطار التي تتدخل بشكل مباشر في تعرية سطح الأرض من خلال فقدان التربة ومدى مساهمتها في تغذية الجريان السطحي وكفاءته في نقل المواد الصلبة بالمياه الجارية السطحية إلى بحيرات السدود ، وكذا عجزه بالنسبة للحرارة والتبخر بالإضافة إلى ظواهر مناخية أخرى ، والذي سيتم توضيح أثره أكثر في الجزء الموالي.

II- الخصـــائص المنـــاخيـــة لحـــوض وادي الرمـــال:

معرفة العناصر المناخية المميزة للحوض ضرورية جدا لتوضيح تأثيرها المباشر في تعرية سطح الأرض من خلال فقدان التربة ، وتحديد السلوك الهيدرولوجي للمجاري المائية.

فمن أهم العناصر التي لها علاقة مباشرة بذلك هي الأمطار ، الحرارة ، التبخر ، الرطوبة النسبية ، سرعة الرياح ، الجليد.

ونخص بنوع من الدقة والتفصيل إنطلاقة هذه العناصر بتغيرات الأمطار ، لكونها تشكل العامل الرئيسي في التعرية المائية والجريان السطحي ، بتأثيرها على تماسك حبيبات التربة كما تساهم في نقلها من خلال شدتها وكميتها.

لهذا نعتمد في تحليلنا على توضيح عدم الإنتظام المجالي الزمني للأمطار انطلاقا من المعطيات والوثائق الملتقطة ، وكيف يؤثر توزيعها السنوي ، الفصلي ، الشهري مباشرة على النظام الهيدرولوجي للأودية ؟ ومدى مساهمة مجاميعها اليومية وخاصة الأوابل في نشأة الفيضانات التي يتم خلالها نقل أحجام معتبرة من التربة.

1- تجهيز الحوض:

حوض وادي الرمال مجهز بـــ 14 محطة مطرية موزعة بشكل غير متجانس ، وعددها غير كاف لقياس كافة العناصر المناخية عبر أرجاء المساحة الواسعة للحوض أي ما يعادل محطة واحدة لكل 380 كلم^2.

كما أن هذه المحطات تقتصر فقط على المناطق المنخفضة من الحوض ، خلافا للمناطق الجبلية التي لا توجد بها أي محطة رصد تذكر هذا من جهة ، من جهة أخرى هذا التوزيع خاص بالقسم الجنوبي للحوض بخلاف القسم الشمالي الذي يستقبل كميات هامة من الأمطار يقابلها نقص كبير في محطات القياس.

تم اختيار9 محطات موزعة مجاليا على كل مساحة الحوض باستثناء محطة حمالة الواقعة خارج الحوض لمعرفة الكمية التي يستقبلها قسمه الشمالي (خريطة رقم 07).

تم اختيار هذه المحطات:

1- لكونها تشغل مناطق مختلفة من الحوض.

2- تتواجد على نقاط ارتفاع مختلفة.

3- لتوفرها على فترة متجانسة القياس (1974-1975/1983-1984) وكذلك لتوافقها مع معطيات الصبيب السائل (م^3/ثا) والتركيز (غ/ل).

جدول رقم 06 : مميزات المحطات المطرية المدروسة

إسم المحطة	الرمز	الإحداثيات		الإرتفاع
		X	Y	
بلاعة	10-03-02	783.75	327.25	1000
تاجنانت	10-03-03	795.65	318.80	850
عين الكبش	10-03-07	806.55	307.40	955
بومالك	10-04-01	817	337	856
التلاغمة	10-04-02	829.03	319.25	820
عين فكرون	10-05-03	876.60	305.50	921
عين الباي	10-05-00	851.66	338.49	693
حامة بوزيان	10-06-03	848.50	352.80	460
حمالة	10-07-03	826.05	369.70	660

المصدر: الوكالة الوطنية للمواد المائية (قسنطينة)+ محطة الأرصاد الجوية(عين الباي).

2- إستكمال المعطيات المطرية الناقصة:

تشهد معطيات المحطات المطرية نقص في القياس على مستوى بعض الأشهر ، باستثناء محطتي عين الباي وحمالة اللتان تشهدان استمرارية في التسجيل أثناء الفترة المدروسة (شكل رقم 04) ، لهذا قمنا باستكمال النقائص في كل محطات القياس باتباع طريقة التعديل والإرتباط الخطي والتي يكمن هدفها في تقدير قيم الأمطار الغير موجودة في بعض المحطات انطلاقا من تسجيلات ملاحظة على مستوى محطات أخرى مجاورة ، ولتطبيق هذه الطريقة لا بد من توفر ما يلي:

1- أن يكون معامل الإرتباط قوي.

2- معطيات المحطتين تشكلان معادلة خطية من الشكل التالي : $y= ax + b$

حيث :

X : القيمة الشهرية في المحطة الكاملة.

Y : القيمة الشهرية الناقصة.

a و b : ثابتان نتحصل عليهما كالتالي:

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \qquad a = R \cdot \frac{SY}{SX}$$

معامل الإرتباط R يمكن تقديره بالشكل التالي : $R = \frac{\sum xy - N\bar{x}\bar{y}}{(N-1)SX.SY}$

N: عدد السنوات المشتركة بين المحطتين.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول التالي:

جدول رقم 07 : معادلات تقدير الأمطار

الشهر	المحطة	المحطة الكاملة	معامل الإرتباط	معادلة التصحيح
أكتوبر	عين الكبش	تاجنانت	0.70	Y= 1.0842× + 1.7678
جانفي	عين فكرون	عين اسمارة	0.78	Y= 0.7252 ×+ 34.211
فيفري	عين فكرون	فورشي	0.82	Y= 0.4798 ×+ 18.067
أفريل	عين فكرون	فورشي	0.95	Y= 0.6346 × + 11.424
جوان	بلاعة	عين الكبش	0.82	Y = 1.0586 × + 7.9161
جويلية	بلاعة	عين الكبش	0.91	Y= 0.7265 × + 0.1277
أوت	بومالك	التلاغمة	0.76	Y= 2.0019 × + 3.9758

المصدر: معالجة الباحثة.

3- التوزيع المجالي للأمطار السنوية:

3-1- خريطة خطوط تساوي المطر:

تم استخدام هذه الطريقة لدقتها وصلاحيتها بالنسبة للمناطق المتضرسة ذات الطبوغرافيا الشديدة الإنحدار، وبالإعتماد على خريطة خطوط تساوي المطر للشرق الجزائري 1/500000 التي تغطي فترة 58 سنة (1922-1960/1969-1989) (خريطة رقم 08) ، توصلنا إلى توضيح الخطوط الرئيسية لتوزيع الأمطار في حوض وادي الرمال.

- أمطار ذات أصل تضاريسي حيث تزداد قيم متوسطاتها السنوية مع الإرتفاع.

- تتوضع خطوط تساوي المطر بشكل عرضي على هيأة أشرطة متوازية تقريبا تتناقص قيم الأمطار بها من الشمال إلى الجنوب.

- تنفرد منطقة السهول العليا المحاطة بخط 500 ملم بتباعد خطوط تساوي المطر وبتطور المناخ الشبه جاف، باستثناء شرق منطقة قسنطينة أين خط تساوي المطر يرتفع حتى 600 ملم.

- إضافة إلى عوامل أخرى تتمثل خاصة في العوامل الطبوغرافية (المواجهة) واتجاه التيارات الرطبة التي غالبا ما تأتي من الشمال الغربي للحوض مما يجعل الجهة الغربية أوفر مطرا من الجهة الشرقية.

4- التغيرات الزمنية للأمطار:

4-1- التغيرات السنوية:

تبين بعد تحليل التغيرات السنوية للأمطار ، وجود تفاوت كبير في متوسطاتها السنوية من محطة لأخرى ، بلغت أطول فترة أين المتوسطات السنوية تفوق المتوسط السنوي للفترة 10/6 سنوات عند محطتي عين الباي وحمالة ، بينما امتدت الفترة أين المتوسطات السنوية تقل عن المتوسط السنوي للفترة 10/7 سنوات عند محطة تاجنانت (شكل رقم 05).

بلغ هذا المتوسط أقصاه عند محطة حمالة بمعدل 815.94 ملم وأدناه عند محطة عين الكبش بمعدل 219.8 ملم ، هذا الفارق الكبير والذي تضاعف 4 مرات من جنوب إلى شمال الحوض يعود أساسا لوجود نظامين جغرافيين مختلفين ، ينفرد كلاهما بمناخ خاص ، مناخ شبه رطب شمال الحوض وشبه جاف جنوب الحوض.

توافق في السنوات المطرة عند كل المحطات ما عدا محطة بومالك المتميزة بتسجيل أقصى قيمة للأمطار سنة (74-75).

عرفت كل المحطات فائضا في الأمطار ، سجل أقصى فائض عند محطة بومالك بمقدار 274.72 ملم أي بنسبة 48.18 % من المتوسط السنوي للمحطة ، وأدناه سجل عند محطة حامة بوزيان بمقدار146.97 ملم وبنسبة 28.26 % (جدول رقم 08).

عدم توافق في السنوات الجافة عند كل المحطات ، سجلت أدنى قيمة للأمطار سنة (74-75) في كل من محطتي حامة بوزيان وعين الباي وسنة (79-80) عند محطة عين الكبش ، سنة (82-83) عند كل من محطة التلاغمة ، تاجنانت ، بومالك ، حمالة ، سنة (83-84) عند محطتي عين فكرون وبلاعة.

في حين سجل أقصى عجز عند محطة عين الكبش بمقدار 219.8 ملم وبنسبة 100 % من المتوسط السنوي للمحطة وأدناه سجل عند محطة تاجنانت بمقدار 85.76 ملم وبنسبة 27.03 % من المتوسط السنوي (جدول رقم 08).

فنظام الأمطار السنوي يميزه نوع من التذبذب في المجال والزمن الذي يؤدي إلى انعكاسات سلبية على الوسط ، إذ تساهم السنوات الجافة ومدة تسلسلها على تجفيف التربة وتشققها وكلما دامت الفترة الجافة كلما أدى هذا إلى توسع التشققات وإضعاف تماسك حبيبات التربة بحيث تصبح مؤهلة لعملية النقل بمجرد حلول الأمطار مما يساهم في رفع مقدار الحمولة الصلبة.

جدول رقم 08 : فائض و عجز الأمطار للفترة (1974-1975/1983-1984)

المحطات	المتوسط السنوي	السنة الممطرة	أمطار السنة الممطرة	الفائض		السنة الجافة	أمطار السنة الجافة	العجز	
				ملم	%			ملم	%
بلاعة	345.68	76-75	608.7	263.02	76.08	84-83	226.8	118.88	34.39
تاجنانت	317.16	76-75	481.4	164.24	51.78	83-82	231.4	85.76	27.03
عين الكبش	219.8	76-75	491.9	272.1	123.79	80-79	0	219.8	100
بو مالك	570.18	75-74	844.9	274.72	48.18	83-82	417.8	152.38	26.72
التلاغمة	283.41	76-75	486.1	202.69	71.51	83-82	143.5	139.91	49.36
عين فكرون	316.02	76-75	480.3	164.28	51.98	84-83	157.4	158.62	50.19
عين الباي	531.19	76-75	717.8	186.61	35.13	75-74	395.8	135.39	25.48
حامة بوزيان	519.93	76-75	666.9	146.97	28.26	75-74	380.7	139.23	26.77
حمالة	815.94	76-75	968.6	152.66	18.71	83-82	648.8	167.14	20.48

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية (قسنطينة)+محطة الأرصاد الجوية (عين الباي)+معالجةالباحثة.

غير أن الأخذ بهذه القيم على أساس سنوي و اعتمادها كمعايير لتقويم علاقة الأمطار بخطر التعرية المائية يعتبر غير كاف مما يستلزم معرفة التوزيع الكمي لهذه القيم عبر فصول و أشهر السنة و خصائص شدة سقوط الأمطار بها.

2-4- التغيرات الفصلية:

تشارك جميع فصول السنة في المتوسط السنوي للأمطار بكميات مختلفة ، كما أن توزيع الفصول المطرة و الجافة ليس مستقر في المحطة الواحدة بل يتغير من سنة لأخرى و من محطة لأخرى ، (جدول رقم 09) ، (شكل رقم 06).

يعتبر فصل الشتاء الفصل الأكثر مطرا عند محطة بومالك ، حامة بوزيان ، حمالة ، بلغت كمية الأمطار 340.62 ملم أي بنسبة 41.75 % كحد أقصى عند محطة حمالة ، وكحد أدنى عند محطة حامة بوزيان بمقدار174.18 ملم و بنسبة 33.50 % من المتوسط السنوي.

في حين يمثل فصل الربيع الفصل الأكثر مطرا عند محطات ، بلاعة ، تاجنانت ، عين الكبش ، التلاغمة ، عين فكرون ، عين الباي ، بلغت أمطار هذا الفصل أقصاها 184.92 ملم بنسبة 34.81 % من المتوسط السنوي لمحطة عين الباي ، و أدناها 83.99 ملم أي بنسبة 38.21 % من المتوسط السنوي لمحطة عين الكبش.

لهذا فتحديد الفصول المطرة المتجانسة مجاليا صعب جدا في حوض يشهد اختلاف في أنظمة التساقط المتأثرة بالتغيرات الجغرافية والجوية.

يعتبر فصل الصيف الفصل الأكثر جفافا في جميع المحطات المدروسة ، بلغت نسبة الأمطار الفصلية بالنسبة للمتوسط السنوي أكبر قيمة لها 9.82 % بمحطة تاجنانت ، بينما لا تتعدى هذه النسبة 3.88 % عند محطة حمالة.

جدول رقم09 : التغيرات الفصلية للأمطار للفترة(1974-1975/1983-1984)

المحطات	المتوسط السنوي		الخريف		الشتاء		الربيع		الصيف	
	ملم	%	ملم	%	ملم	%	ملم	%	ملم	%
بلاعة	345.68	100	86.25	24.95	93.17	26.95	133.9	38.74	32.36	9.36
تاجنانت	317.16	100	75.72	23.87	81.47	25.69	128.82	40.62	31.15	9.82
عين الكبش	219.8	100	59.71	27.17	56.03	25.49	83.99	38.21	20.07	9.13
بومالك	570.18	100	149.22	26.17	197.98	34.72	184.34	32.33	38.64	6.78
التلاغمة	283.41	100	64.98	22.93	74.59	26.32	118.77	41.91	25.07	8.85
عين فكرون	316.02	100	92.06	29.13	89.37	28.28	110.19	34.87	24.4	7.72
عين الباي	531.19	100	133.64	25.16	176.2	33.17	184.92	34.81	36.43	6.86
حامة بوزيان	519.93	100	144.21	27.74	174.18	33.50	171.04	32.90	30.5	5.87
حمالة	815.94	100	215.49	26.62	340.62	41.75	228.14	27.96	31.69	3.88

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية (قسنطينة)+محطة الأرصاد الجوية (عين الباي)+معالجةالباحثة.

فنظام الأمطار الفصلي يميزه نوع من التذبذب كما تعبر عنه نسب الأمطار الفصلية بالنسبة للمتوسط السنوي لكل محطة ، وكذلك نسب الفائض والعجز للأمطار خلال مختلف فصول السنة ، بحيث تتميز المحطات المدروسة بفائض أمطار فصلي يتباين من محطة لأخرى (جدولي رقم 10 ،11).

سجل أقصى فائض عند محطة حمالة خلال فصل الشتاء بـــ 275.28 ملم أي بنسبة 80.82 % من المتوسط الفصلي للمحطة ، بينما بلغ عجز الأمطار أقصاه 100 % عند محطة عين الكبش في كل الفصول ، وفي كل من محطتي التلاغمة وحمالة خلال فصل الصيف.

إن التباين الواضح في توزيع الأمطار لمحطات الحوض يختلف بين الجنوب و الشمال ، فالقسم الجنوبي ذو مناخ شبه جاف خاضع للتيارات الجنوبية التي ترافقها أمطار رعدية على شكل أوابل مسجلة بذلك قيم قصوى خلال فصل الربيع ، بينما يمثل القسم الشمالي للحوض منطقة انتقال يتناوب مناخها بين الشبه جاف والشبه رطب أين تسجل القيم القصوى للأمطار في فصل الشتاء.

هذا التباين له انعكاسات مورفولوجية تختلف من فصل إلى آخر ، إذ يتميز فصل الشتاء بتوزيع منتظم للأمطار تحضر خلاله التربة لفصل الربيع الذي يشهد أمطار تهاطلية تتم عندها كل أشكال التعرية المائية.

4-3- التغيرات الشهرية:

تتباين المتوسطات الشهرية من محطة لأخرى ومن شهرلآخر ، يمثل شهر نوفمبر الشهر الأكثر تساقط للأمطار عند محطات بومالك ، عين فكرون ، حامة بوزيان بحد أقصاه 71.09 ملم أي بنسبة 87.53 % من المتوسط السنوي لمحطة بومالك (جدول رقم 12) ، (شكل رقم 07).

بينما يمثل شهر أفريل الشهر الأكثر مطرا عند محطات بلاعة ، تاجنانت ، عين الكبش ، عين الباي ، التي سجلت بها أقصى قيمة بمقدار 71.62 ملم أي بنسبة 86.52 % من المتوسط السنوي.

كما سجل خلال شهري ماي وفيفري أكبر كمية للأمطار عند محطتي التلاغمة وحمالة قدرت على التوالي بـــ 46.81 ملم و 127.24 ملم.

في حين ينفرد شهر جويلية في جميع المحطات كالشهر الأكثر جفاف إذ لا تتعدى كمية أمطاره 6.87 ملم أي بنسبة 0.84 % من المتوسط السنوي لمحطة حمالة.

كما يوضح الإنحراف المعياري ومعامل التغير لكل محطة أن الأشهر الأكثر جفافا ذات معامل تغير مرتفع أما الأشهر الرطبة يأخذ فيها معامل التغير القيم الدنيا إذ انحصر ما بين 0.34 كحد أدنى و 3.08 كحد أقصى ، زيادة عن كون معامل التغير يتزايد من الشمال إلى الجنوب في علاقة مباشرة مع النظام المناخي.

5- تردد الأمطار القصوى اليومية:

تعرف الأمطار القصوى اليومية أنها عبارة عن كمية الأمطار المتساقطة التي تعادل 30 ملم أو أكثر خلال 24 ساعة.

حيث تمثل هذه الأمطار العامل الأساسي في التعرية المائية ، لأن تركزها في ساعات قليلة وبكمية كبيرة يقلل من زمن تسرب المياه الجارية في التربة مما يتولد عنه زيادة في كثافة الجريان السطحي ، وبذلك تشكل خطرا على بناء التربة في الحوض وتعرضها مباشرة للتعرية المائية خاصة على طول سفوح المنحدرات كما تتسبب في إلحاق خسائر كبيرة بالمنشآت الإقتصادية المختلفة طرق ، جسور ، مباني.

ولتوضيح طبيعة سقوط الأمطار السيلية المسجلة في المحطات المدروسة سابقا لفترة 20 سنة اعتمدنا على (جدول رقم 13).

يتبين من الجدول أثر التوزيع الجغرافي للمحطات على العدد الكلي لأيام سقوط الأوابل التي تتناقص من النظام التلي إلى نظام السهول العليا ، حيث سجل 79 يوم بمحطة حمالة و 12 يوم بمحطة التلاغمة.

تباين في عدد فترات التردد من محطة لأخرى ، كما يتوافق التردد الكبير للأمطار مع المناطق التي تتلقى كميات معتبرة لها.

سجل أقصى تردد للأمطار بمحطة حمالة في جميع الفئات ، وصل أقصى تردد ضمن الفئة الأولى (30 إلى 50) إلى 53 مرة ، كما بلغت بنفس المحطة أقصى كمية للأمطار بـــ 159 ملم.

يمثل فصل الشتاء الفصل الأكثر ترددا للأمطار في محطات القسم الشمالي للحوض (حمالة ، حامة بوزيان ، بومالك) ، كما تشهد بقية المحطات هذا التردد في فصلي الخريف والربيع ، خاصة خلال أشهر (سبتمبر ، مارس ، ماي).

نضيف إلى هذا أن تسجيل عدة أيام متتابعة لسقوط الأمطار الهجومية أثر كبير في نشأة وتطور الفيضانات وبالتالي نقل أحجام معتبرة من الحمولة الصلبة ، إذ تنفرد محطة حمالة عن بقية المحطات بتسجيلها لعدة أيام متتابعة للأوابل ، مما يؤكد أكثر شدة خطورة المناطق الشمالية للحوض لظاهرة التعرية المائية إذا ما توفرت الأرضية عديمة التغطية.

6- تقدير الصفيحة المائية المتوسطة للأمطار:

إنطلاقا من المحطات المطرية المدروسة سابقا ولمدة 10 سنوات نحاول تقدير الصفيحة المائية المتوسطة بتطبيق طريقة تيسان.

- طريقة تيسان THIESSEN:

تعتمد على التوزيع الجغرافي لمحطات القياس كما تسمح بتحديد لكل محطة مطرية مجال تأثيرها.

أعطت نتيجة التقدير صفيحة مائية متوسطة قدرها 443.93 ملم(*).

(*): $\overline{P} = \frac{\sum PiSi}{A}$

A: المساحة الإجمالية للحوض التجميعي (كلم^2).

Si: المساحة الخاصة بكل محطة (كلم^2).

Pi: الأمطار المتوسطة السنوية للمحطة (ملم).

7- العناصر المناخية الأخرى:

لدراسة بقية العناصر اعتمدنا على معطيات محطة عين الباي لفترة 10 سنوات ، لكونها المحطة الوحيدة في الحوض المخصصة لقياس هذه العناصر.

7-1- الحرارة:

سمحت تغيرات درجة الحرارة المتوسطة السنوية و الشهرية باستخراج المميزات التالية:
بلغ متوسط درجة الحرارة المتوسطة ، القصوى ، الدنيا على التوالي °14.96 ، °21.02 ، °8.90.
تنفرد سنة (81-82) بتسجيلها أقصى قيم لدرجات الحرارة المتوسطة °15.91، القصوى °22.12، الدنيا °9.7 ، وسنة (75-76) بتسجيلها أدنى قيم لدرجات الحرارة المتوسطة °13.98 ، القصوى °19.73 ، الدنيا °8.22 (جدول رقم 14).

جدول رقم 14 : المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة عند محطة عين الباي للفترة (1974-1983/1975-1984)

السنوات / درجات الحرارة	75-74	76-75	77-76	78-77	79-78	80-79	81-80	82-81	83-82	84-83	المتوسط
الحرارةالمتوسطة $\frac{M+m}{2}$	14.46	13.98	15.3	15.07	14.95	14.48	14.98	15.91	15.29	15.18	14.96
الحرارة القصوى **M**	20.53	19.73	21.39	21.36	20.89	20.57	20.97	22.12	21.66	21	21.02
الحرارة الدنيا **m**	8.39	8.22	9.21	8.77	9.01	8.39	8.99	9.7	8.91	9.36	8.90

المصدر: محطة الأرصاد الجوية(عين الباي)+معالجة الباحثة.

يمتد الفصل الحار من شهر ماي إلى شهر أكتوبر أين الحرارة المتوسطة الشهرية تتعدى المتوسطات السنوية ، بلغت أقصى قيمة في شهر جويلية °25.23 في حين يوافق الفصل البارد الفترة الممتدة من شهر نوفمبر إلى شهر أفريل بتسجيله أدنى قيمة في شهر جانفي بـــ °6.95 (جدول رقم 15) ، (شكل رقم 08).
يكون المدى الحراري الذي يعبر بالفرق بين متوسطات درجة الحرارة القصوى و الدنيا السنوية مرتفع جدا في فصل الصيف (°14.6إلى °16.4) من فصل الشتاء (°9.49إلى °9.61) ، هذا ما يؤكد القارية في هذا الحوض.
لكن الأخذ بهذه القيم في تحديد خصائص درجة الحرارة بالحوض ككل يعتبر غير كاف مما يتطلب معرفة قيم درجات الحرارة في نقاط ارتفاع مختلفة بالحوض باستعمال طريقة التدرج الحراري.

7-1-1- التدرج الحراري:

يؤثر العامل الطبوغرافي وعدم تجانس سطح أراضي الحوض على اختلاف وتباين درجات الحرارة حيث تتناقص مع زيادة الإرتفاع.

ويتبين من (جدول رقم 15) أن قيم درجات الحرارة تتباين من شهر إلى آخر وبفروق كبيرة بين القيم العظمى والصغرى ، ولكل هذه التغيرات دور كبير في عملية التجوية التي تتعرض لها مختلف أنواع الصخور بالحوض ، إذ تعمل التجوية الميكانيكية على تفكيك الصخور وتصدعها خاصة صخور الحجر الرملي المتكشفة بالمناطق الجبلية للسلسلة النوميدية ، وينتج عن ذلك الكثير من التشققات واتساع فتحاتها بفعل التصدع الجليدي ويتسبب في انفصال الكتل الصخرية على طول الحافات الصخرية وحدوث الإنهيارات وانتشار الأنقاض على طول سفوح هذه الجبال ونفس الشيء يمكن ملاحظته بمناطق الجبال الكلسية المتميزة بانتشار المفتتات الصخرية بها على شكل قشور تعرف باسم التقشر الكلسي وهي العملية التي ترتبط بعظم المدى الحراري اليومي أو الفصلي الذي يسود مرتفعات الحوض.

جدول رقم 15 : درجة الحرارة عند محطة عين الباي وفي نقاط ارتفاع مختلفة

الأشهر	محطة عين الباي 693 م			محطة ارتفاع 900 م (المرتفعات الجنوبية للحوض)			محطة ارتفاع 1400 م (المرتفعات الشمالية للحوض)		
	$\frac{M+m}{2}$	M	m	$\frac{M+m}{2}$	M	m	$\frac{M+m}{2}$	M	m
س	21.1	27.85	14.34	19.96	26.40	13.51	17.21	22.9	11.51
أ	15.73	21.65	9.81	14.59	20.20	8.98	11.84	16.7	6.98
ن	10.52	15.54	5.5	9.39	14.1	4.67	6.63	10.59	2.67
د	8.2	12.94	3.45	7.06	11.5	2.62	4.31	7.99	0.62
ج	6.95	11.75	2.14	5.81	10.30	1.31	2.34	6.8	-0.69
ف	8.14	12.88	3.39	7	11.43	2.56	4.25	7.93	0.56
م	9.7	15.28	4.11	8.56	13.83	3.28	5.81	10.33	1.28
أ	12.08	17.87	6.28	10.94	16.42	5.45	8.19	12.92	3.45
م	15.91	22.36	9.45	14.77	20.91	8.62	12.02	17.41	6.62
ج	21.39	28.69	14.09	20.25	27.24	13.26	17.5	23.74	11.26
ج	25.23	33.43	17.03	24.09	31.98	16.2	21.34	28.48	14.2
أ	24.58	32.02	17.14	23.44	30.57	16.31	20.69	27.07	14.31

المصدر: محطة الأرصاد الجوية(عين الباي)+معالجة الباحثة.

حسب سالتزر تتغير درجة الحرارة مع الإرتفاع وفق المعايير التالية:

- الحرارة القصوى تتناقص بحوالي 0.7° م كلما ارتفعنا 100 م.
- الحرارة الدنيا تتناقص بحوالي 0.4° م كلما ارتفعنا 100 م.

7-2- التبخر:

وجود توافق بين القيم القصوى الحرارية والدنيا المطرية ، بلغ أقصى حجم للتبخر في فصل الصيف بمقدار 582.2 ملم وفي شهر جويلية بـــ 229.7 ملم ، في حين بلغ أدنى حجم للتبخر في فصل الشتاء بمجموع 158.6 ملم وبالتحديد في شهر جانفي بقيمة 50.5 ملم ، (جدول رقم 16) ، (شكل رقم 08).

كما يتضح جليا وجود ارتباط بين تغيرات درجة الحرارة وأحجام التبخر ، سواء كان التغير سنوي ، فصلي ، شهري ، حيث كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ارتفع حجم التبخر.

تتبين انعكاسات هذا العنصر على الوسط الطبيعي في جفاف التربة وتفتتها مما يسهل من عملية النقل بواسطة الرياح والمياه الجارية السطحية هذا من جهة ، ومن جهة أخرى في فقدان أحجام هامة من المياه المخزنة لهذا يشكل أهمية كبرى في تفسير عجز الجريان السطحي وبالتالي معرفة الحوصلة المائية.

7-3- الرياح:

يتغير تأثيرها على الوسط الطبيعي من فصل إلى آخر ، وصل متوسط سرعة الرياح أقصاه خلال فصل الشتاء وتحديدا في شهر فيفري قيمة 2.69 م/ثا ، والتي غالبا ما تكون محملة برطوبة معتبرة تصل أقصاها في فصل الشتاء بمتوسط قدره 228.9 % (جدول رقم 16) ، (شكل رقم 08) ، فتأثير الرياح على الوسط يتضح من خلال رياح السيروكو الحارة التي تتردد كثيرا على القسم الجنوبي للحوض بمعدل 24 يوم/سنة ، ويبلغ أقصى تردد لها في فصل الصيف وبالتحديد في شهر جويلية ، حيث تساهم في رفع معدل التبخر- النتح ، وتخفض بقوة من نسبة الرطوبة المطلقة ، لأن حركة الرياح تؤدي إلى إحلال الهواء الجاف مكان الهواء الرطب ، فينتج عن ذلك زيادة في تفتيت المواد ونقلها بعيدا عن موضعها.

7-4- الجليد:

ذو تردد كبير خلال فصل الشتاء نتيجة انخفاض درجة الحرارة بمعدل 27 يوم ، (جدول رقم 16) ، (شكل رقم 08).

جدول رقم 16 : محطة عين الباي - بعض العناصر المناخية للفترة (1974-1983/1975-1984)

العناصر	س	أ	ن	د	ج	ف	م	أ	م	ج	ج	أ	السنة
التبخر (ملم)	128.5	94.9	53.5	52.2	50.5	55.9	71.5	79.8	102.5	159.5	229.7	193	1271.5
الرطوبةالنسبية %	63.5	68.4	76.3	76.7	76.1	76.1	72.2	71.7	68.5	60	46.2	52.6	67.36
متوسط سرعة الرياح (م/ثا)	1.63	2.12	2.11	2.5	2.49	2.69	2.59	2.32	2.2	2.07	2.12	2.06	2.24
ترددرياح السيروكو (أيام)(*)	2.6	1.0	1.1	0.1	0.1	0.5	1.1	1.8	1.9	3.8	6.0	4.0	24
متوسط عدد أيام الجليد	0	0.3	5.4	8.6	10.7	7.2	5.3	2.8	0.1	0	0	0	40.4

المصدر : محطة الأرصاد الجوية (عين الباي)+معالجة الباحثة.

8- العلاقة بين الأمطار ودرجة الحرارة:

سمح منحنى قوسن (شكل رقم 09) بتمييز فترتين:

فترة مطرة : يكون فيها $P > 2t$ تمتد من أواخر شهر سبتمبر إلى نهاية شهر ماي.

فترة جافة : يكون فيها $P < 2t$ تمتد من بداية شهر جوان إلى أواخر شهر سبتمبر.

تتميز هذه الفترة بنسبة تبخر كبيرة إذ كلما ارتفعت درجة الحرارة وقلت كمية الأمطار ارتفعت نسبة الضياع عن طريق التبخر والعكس صحيح.

9- النطاق الحيوي:

لمعرفة النطاق الحيوي الذي تنتمي إليه المحطة المدروسة اعتمدنا على دليل EMBERGER

لقد استطاع هذا العالم من وضع تصنيف دقيق لتغيرات المناخ المتوسطي بالإستناد على قيم كل من متوسط الأمطار السنوية ومتوسط درجات الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة ومتوسط درجات الحرارة الدنيا للشهر الأكثر برودة في السنة ويعبر عن هذا الدليل بالمعادلة التالية:

$$Q=\frac{1000.P}{(\frac{M+m}{2})(M-m)}$$

Q: المعامل الحراري المطري.

P: متوسط الأمطار السنوية (ملم).

M: متوسط درجات الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة وتحسب بالدرجة المطلقة.

m: متوسط درجات الحرارة الدنيا للشهر الأكثر برودة وتحسب بالدرجة المطلقة.

Q لمحطة عين الباي يقدر بـــ 59.6 ملم إذ تقع في النطاق الشبه جاف ذو شتاء شبه بارد (شكل رقم 10).

(*) : معطيات محطة قسنطينة للفترة (1913 –1938).

ترجع نشأة الخصائص المناخية المميزة لحوض وادي الرمال إلى الموقع الجغرافي والتضاريس ، هذه الأخيرة سمحت بتمييز نظامين مناخيين.

مناخ شبه جاف في الجنوب (نظام السهول العليا) ، لا يتعدى فيها المعدل السنوي للأمطار 400 ملم ، مسجلة قيمها القصوى في فصل الربيع ، كما ترتفع فيها درجات الحرارة ويزداد التبخر.

مناخ شبه رطب في الشمال (النظام التلي) يتميز بوفرة الأمطار ، يتعدى معدلها السنوي 600 ملم ، مسجلة قيمها القصوى خلال فصل الشتاء.

كما انعكس هذا التنوع المناخي في توزيع القيم القصوى اليومية للأمطار والتي تزداد مدة ترددها وكمية سقوطها كلما انتقلنا من جنوب إلى شمال الحوض مسجلة أقصى قيمة 159 ملم عند محطة حمالة.

III- تنطيــق إستقرار حوض وادي الرمـــال:

إن تداخل عوامل الحركية من عوامل ثابتة ومتغيرة متمثلة في التضاريس ، الإنحدارات ،كثافة التصريف ، التركيب الصخري ، الغطاء النباتي ، المناخ ، أعطى ديناميكية خاصة فوق السفوح المشكلة لحوض وادي الرمال ، تمثلت هذه الأخيرة في ظهور أشكال متعددة من التعرية المائية تختلف من حيث الحدة والعمر ، سمحت هذه الأشكال بتمييز المناطق الأكثر مساهمة في تغذية وادي الرمال بالحمولة الصلبة والتي تشكل خطرا على أكبر إنجاز هيدرولوجي المتمثل في سد بني هارون.

إن التعرية التي حدثت في الحوض تعتبر نتيجة حتمية لتوفر عوامل عدة ، نذكر الإنحدار الذي يتراوح بين 3 – 12.5 % والذي يشكل نسبة 32.33 % من مساحة الحوض ، هذا الأخير يعتبر عتبة إنطلاق مختلف أشكال التعرية الخطية انطلاقا من المسيلات والتي تعرف عن طريق طبيعة الحفر الرأسي مختلف مظاهر السيلان.

إضافة إلى المناخ القاري البارد وارتفاع المدى الحراري على سلاسل الحجر الرملي والكلس كانا لهما سبب مباشر في ظهور تصدعات نتج عنها سقوط كتل صخرية كبيرة متجمعة على السفوح.

فالمنطقة ذات تركيب صخري لين يتكون أساسا من الطين والمارن ، الطين والرمل والتي تشكل 74.17 % من المساحة الإجمالية للحوض ، وهي سهلة التنقل إذا ما توفرت الشروط الأساسية لذلك ، كالمناخ الذي يتميز بهجوميته وعدم انتظامه ، كما يتميز بأمطار خريفية وربيعية فجائية ، إذ تساهم الأمطار الخريفية الأولى في تكاثف السيلان السطحي نتيجة غلق التشققات بحبيبات التربة بينما تعمل الأمطار الربيعية في ظهور الحركات الكتلية السريعة ، كالإنزلاقات نظرا لتوفر الرطوبة السابقة للتربة إضافة إلى السيلان.

ويأتي دور الغطاء النباتي للمساهمة هو الآخر في تنشيط عملية التعرية المائية ، حيث يغلب على الحوض نظام الزراعات الواسعة ما عدا بعض الغابات المشجرة على الكتل الجبلية المرتفعة.

إنطلاقا من هذه العوامل تم تحديد ثلاث نطاقات حسب درجة تضررها (خريطة رقم 10) لتأكيد هذا أكثر تم أخذ عينات مميزة عن كل نطاق (أوساط التعرية) قصد تبيان تباين العمليات وأشكال التعرية المائية في كل الحوض.

تمت دراسة الحالات في شكل أحواض جزئية وسفوح.

- **الأحواض الجزئية**: عن طريق اختيار أهم الروافد الأساسية المغذية لوادي الرمال من أجل إبراز الأشكال الرئيسية المسيطرة وتحديد درجة خطورتها.

- **السفوح**: نظرا لشساعة مجال نظام السهول العليا تم اختيار بعض السفوح المنتشرة في مواقع مختلفة من الحوض ، لتوضيح مختلف الظواهر الملاحظة انطلاقا من مرتفعات (الكتل الكلسية و الحجر الرملي) إلى أخفض نقطة المتمثلة في الوادي.

1- تحديد نطاقات التعرية:

1-1- الأوساط غير مستقرة (حالة التعرية النشيطة):

تعرف بالمناطق المتضررة التي تسودها مختلف أشكال التعرية المائية ، تبلغ مساحة 33.1 % من المساحة الإجمالية للحوض ، تنقسم الأشكال فيها إلى نوعين:

- **الأشكال المرتبطة بالمياه المتسربة**: تتمثل أساسا في الحركات الكتلية خاصة الإنزلاقات ، الأشكال الناتجة عن تساقط المواد ، التدفقات الطينية ، الحركات التخويرية.

- **الأشكال المرتبطة بالسيلان**: تتمثل في كل أشكال السيلان من المسيلات إلى الأراضي الرديئة ، يرتبط ظهورها بتوفر الطين والمارن ضعيفة النفاذية إلى جانب الإنحدارات التي تتعدى 12.5 % ، بالإضافة إلى توفر المناخ الشبه رطب الذي يتميز بوفرة الأمطار أين تبلغ الصفيحة المائية المتساقطة ($\overline{P}$= 600 ملم) تمثل هذه الأوساط القسم الشمالي والشمال الغربي للحوض يسودها غطاء نباتي من ضعيف إلى مؤقت يغلب عليه نظام الزراعات الواسعة (الجافة).

يعبران عنها الحوضان الجزئيان لوادي اسمندو و وادي القطن:

يقع الحوض الجزئي لوادي اسمندو في شمال وادي الرمال ، و الحوض الجزئي لوادي القطن في جنوب وادي الرمال ، تقدر مساحة كل منهما على التوالي بـــ (301.12 كلم^2 ،113.19 كلم^2)

(خريطتي رقم11-12).

يشهد كل حوض ميكانيزمات و أشكال مختلفة و متعددة تمتد من السيلان المتفرق حتى الحركات الكتلية.

1-1-1- الأشكال المرتبطة بمياه السيلان:

يعتبر السيلان الميكانيزم السائد حاليا حيث تعمل المياه على ظهور أشكال مختلفة ابتداءا من الخدوشات الأولى إلى التخددات و الأراضي الرديئة ، إذ لاحظنا في حوضي الدراسة وجود نوعين من أنماط السيلان ، السيلان المتفرق و المتجمع.

- **السيلان المتجمع**: هذه المرحلة تشكل سيول قادرة على شق و تعرية أكبر لسطح الأرض حيث تسود التعرية الرأسية ، كما تكون هذه المسيلات في اتجاه الإنحدار أو الإتجاه العرضي ، فيعطي نظام جد معقد من الشعاب و الأودية الصغيرة و التي تتحول فيما بعد إلى تعرية تراجعية.

الصفيحة المائية المتساقطة محسوبة انطلاقا من خريطة تساوي المطر للشرق الجزائري 1/500000

(ANRH ,1989-1969/1960-1922) وهذا بالإعتماد على طريقة خطوط تساوي المطر Les isoyetes.

يتم هذا النوع من السيلان وفق مراحل معينة و يعطي أنواع من التخددات تنقسم حسب درجة تعمقها إلى:

- المسيلات Les rigoles: يتعدى عمقها بعض الديسيمترات.
- الشعاب Les ravineaux: أكبر من المسيلات.
- الخدات Les ravines: عمقها متري.
- التخددات Les ravins: لها عمق ذو عدة أمتار تتميز بحواف حادة ، إن آخر مرحلة لتطور هذه الأشكال تعطي ما يعرف بالأراضي الرديئة.

فنظرا للتنوع الكبير في الأشكال الجيومورفولوجية المميزة لكل حوض ، لم يكن للمسيلات حظ في التمثيل رغم وجودها بقلة ، كما أن اعتمادنا الكلي كان على أهم الأشكال الجيومورفولوجية الواضحة والمسيطرة في الحوضين.

- **الشعاب**: هي مرحلة تلي المرحلة الإبتدائية (المسيلات) ، وهي أكثر عمقا وعرضا منها ، موجودة خاصة فوق الأراضي الزراعية ، الشيء الذي يساعد في تطورها إلى خدات ، طبيعة الحرث في اتجاه الإنحدار مما يساهم كثيرا في التعمق ، يظهر هذا النوع من التعرية المائية على انحدارات ضعيفة كما هو الحال بالنسبة للسفح الأيمن لوادي ليهودي (حوض وادي القطن).

- **الخدات**: هي نتيجة تطور الشعاب تشكل ما يعرف بالخدات ، عمقها متري على شكل حرف **V** أغلبها يكون في نفس اتجاه الإنحدار ، على الإنحدارات المتوسطة يتطور هذا النوع من السيلان في التكوينات الهشة والضعيفة النفاذية ، تظهر في شمال ووسط حوض وادي القطن.

- **التخددات**: هي عملية تطور الخدات ، حيث يشتد الحفر الرأسي والجاني بالإضافة إلى التعرية التراجعية يتعدى عمق التخددات عدة أمتار كما تتميز بحواف حادة ، تظهر على الإنحدارات الشديدة ، تأخذ شكل حرف **V** بالإضافة إلى حرف **U** تتواجد بكثرة في بلدية سيدي خليفة (حوض وادي القطن).

- **الأراضي الرديئة Les bad lands**: عبارة عن أخاديد متقاربة فيما بينها تتواجد في المناطق ذات الكثافة العالية للمياه ، والتكوينات السطحية الهشة ، مما يدل على نشاط وفعالية التعرية المائية حيث يصل فيها عمق السيول إلى 1 م أو أكثر وفواصل الوديان تكون على شكل أشرطة ذات زوايا حادة وتكون خالية تماما من أي غطاء نباتي لأن المياه تعمل على جرف التربة وبالتالي تعيق تطورها ، هذا النوع من الأراضي غير صالحة للإستغلال الزراعي والعمراني ، تتوزع في الحوضين كالتالي:

ü الحوض الجزئي لوادي القطن: يقع هذا النوع من التعرية في الضفة اليمنى لوادي القطن قبل التقـــائه بوادي ليهودي ، تغطي هذه الظاهرة مساحة 1 كلم^2[(1)] ، يتراوح الإنحدار فيها بين 26 و 31 %.

- الحوض الجزئي لوادي اسمندو: تتواجد في شمال الحوض على الروافد المغذية لوادي اسمندو، تتميز الحدود العليا لهذه الأراضي الفاسدة بانقطاع شديد في الميل ذو تكشفات من الطين والحجر الرملي تكون متماسكة على شكل مروحي.

1-1-2- الأشكال المرتبطة بالمياه المتسربة:

تختلف من حيث نوعها ، سرعتها وعمرها تتمثل في الحركات الكتلية التي يمكن تصنيفها حسب العمر إلى:

- **الأشكال الموروثة**: تتمثل في التدفقات الطينية الصافية أو المختلطة بالحجر الرملي أو الكلس وتتوزع في المناطق الحدية لكل حوض.

- **التدفقات الطينية الصافية**: تتواجد نتيجة ظهور التكوينات الطينية ، تصل إلى حد السيولة في أغلب الأحيان نتيجة تشبعها المفرط بالماء في هذه الحالة تحدث حركات المواد الطينية بسرعات عالية ، تسلك اتجاهات مختلفة في بضعة دقائق.

تنطلق من أقدام جبل سيدي ادريس وهي نوعا ما خامدة طولها يمكن أن يصل إلى 1 كلم والعرض ما بين 200- 500 م في حوض وادي اسمندو أما بالنسبة لحوض وادي القطن فتنطلق من أقدام الكتل الكلسية باتجاه المجرى الرئيسي.

- **التدفقات الطينية المختلطة بالحطامات**: أوضحت (Rullan F) بأن معظم التدفقات لحوض قسنطينة لا تتعدى مساحتها 1كلم^2 ، ما عدا التدفق الطيني لعين التين تصل مساحته 1.8 كلم^2 وقد يصل سمك هذه التدفقات إلى 10 أمتار أو بعض الديكاميترات ، هذه التدفقات طويلة ، ضيقة تحصرها شعاب تتكون من الطين الجبسية مختلطة بالحجارة يتراوح ارتفاعها ما بين 1 إلى 2 م ، و طولها من 4 - 5 م ، كثافة هذه الحجارة كثيرة وسمكها يتراوح ما بين 4 – 5 م.

تواجد حطامات الحجر الرملي والكلس يدل على أن المنطقة كانت تشهد خلال الفترات الرطبة للزمن الرابع ظروف تعرية شبه جليدية على القمم خاصة ، بحيث تكون المسؤول المباشر على تفككها ، تتواجد هذه التدفقات عند أقدام جبل الوحش في حوض وادي اسمندو ، أما في حوض وادي القطن نميز التدفقات المختلطة بالحطامات لعين التين ، وهي عبارة عن لسان مستو بلغ ارتفاعه عند المنطقة السفلى أكثر من 10 أمتار ، بالإضافة إلى تدفقات منطقة غزابة و المالحة.....

---

(1) : Rullan-percherin F.,1985 :recherche sur l'érosion dans quelques bassins du constantinois, Doct 3^{éme} cycle.

- **الأشكال الحالية**: هي حركات متنوعة تمتد من الحركات السريعة التي تتحرك على الأقل مرة أو مرتين في السنة ، وتتمثل في مختلف أنواع الإنزلاقات الأرضية إلى الحركات البطيئة والبطيئة جدا ، أساسا التخويرات بأنواعها.

- **الإنزلاقات الدورانية**: يبرز هذا النوع من الإنزلاقات في الحوضين:

ذات امتداد كبير على السفوح الجنوبية الشرقية لحوض وادي القطن ، بينما تضعف في الوحدة المركزية لحوض وادي اسمندو وبالقرب من المجرى الرئيسي.

تتم هذه الحركة بانزلاق الكتلة وفق حركة دائرية مع ميلان نحو الأعلى كما تظهر الحافة الرئيسية شاقولية متبوعة أحيانا باقتلاعات جزئية ، كما يتميز جسم الإنزلاق بتراكم مواده متسببا في ظهور تشققات مستعرضة وطولية عادة ما تنتهي بلسان مقبب.

- **المهيلات**: تحدث هذه الظاهرة على مستوى الصخور النفوذة الصلبة مثل الكلس ، وهي ناتجة عن العمليات الفيزيائية والكيميائية مثل التصدع الجمدي ، وتتمثل هذه الظاهرة في انتشار غطاء من المواد المفتتة وغير متجانسة على سفح تعلوه حواف تساهم بقسط وفير في تطورها ظاهرة الجاذبية خاصة إذا كان الإنحدار يفوق 10 %.

- **الحركات التخويرية**: هي حركات تخص التكوينات الطينية اللينة حيث تعمل المياه على زيادة نسبة الرطوبة فيها ، فتكسب هذه الأخيرة (التكوينات) ليونة معينة وتحت تأثير الضغط المسلط عليها من الأعلى بسبب ثقل كتل الكلس والحجر الرملي ، تحدث بها انتفاخات وتموجات دون حدوث انقطاع ، ومن أهم العوامل المتحكمة في ظاهرة التخوير ، هي التكوين الصخري اللين (طين ومارن) ، و أهمية المياه دون أن ننسى دور الضغط الآتي من الأعلى بالإضافة إلى شكل الإنحدار.

تسيطر الحركات التخويرية عن باقي الحركات في حوض وادي القطن ، تلاحظ بالخصوص على الشعاب المغذية لوادي القطن بينما تظهر في حوض وادي اسمندو في مساحات محدودة جدا حول الشعاب التي تغذي المجرى الرئيسي ، حيث تشغل الوحدة المركزية من الحوض ، إذ من الممكن جدا أن تتطور هذه الظواهر إلى إنزلاقات.

- **ألسنة التخوير**: ظهور هذا النوع من الحركات في حوضي الدراسة مرتبط بانتشار العيون والينابيع حيث تعمل هذه الأخيرة على تغذية التكوينات السطحية التي تتحرك مظهرة تمزقات مستعرضة ومتوازية مع حافة سنتيمترية ، تتواجد في القسم الجنوبي لحوض وادي القطن وفي الوحدة المركزية بالقرب من وادي اسمندو.

فمن خلال تحليلنا للمظاهر الناتجة عن التعرية المائية يبدو لنا جليا التأثير الكبير ، والتدخل في تغيير معالم السطح حيث تؤدي إلى تضرسه وخلق سفوح شديدة الإنحدار ، وهذا حسب نوع التكوينات الصخرية وشدة

الجريان السطحي الناتج عن التساقط أي أن مجالنا يسير نحو استبدال ميكانيزمات مورفوتشكلية قديمة بأخرى جديدة (تسارع التعرية).

1-2- الأوساط متوسطة الإستقرار (حالة التعرية الأقل أهمية):

تخص الأراضي التي تشهد بعض مظاهر التعرية الخطية نتيجة السيلان السطحي ، تحدث فوق انحدارات تتراوح بين 12.5 – 25 % في تكوينات المارن - الطين والمارن - الطين والرمل ، فمن بين أشكال التعرية الخطية الأكثر ترددا في هذه الأوساط ، الشعاب والتخددات التي تتطور إلى الأراضي الرديئة فوق انحدارات تتراوح ما بين 25 – 35 % ، يسودها المناخ الشبه جاف ، تقدر فيها صفيحة التساقط بـــ ($\overline{P}$ = 478 ملم) ، تتمثل هذه التعرية في النحت الجاني للأودية ، نضيف إلى ذلك وجود المهيلات عند أقدام المرتفعات الكلسية والحجر الرملي التي تعتبر منطقة انطلاق كتل من المواد المفتتة أو الحطامات إلى المجاري المائية أثناء الأمطار السيلية ، مع سيادة نظام الزراعات الواسعة الذي يضمن الحماية المؤقتة للحوض خلال فترات معينة من السنة.

يمثلها كل من السفح الجنوبي لجبل واش والسفح الشمالي لجبل فلتان:

يعبر جبل واش عن شرق الحوض يبلغ ارتفاعه 1202 م ، وجبل فلتان عن وسط الحوض يقدر ارتفاعه بـــ 1113 م (خريطتي رقم 13 - 14).

تتضح أشكال التعرية المائية متطورة نوعا ما وذات أهمية كبيرة ، ديناميكية التعرية المسجلة تتمثل في المهيلات التخددات ، ووفرة الأراضي الرديئة.

- **المهيلات**: يقتصر هذا النوع من الحركة على الطبقات الصخرية الصلبة المتمثلة في الحجر الرملي لجبل واش و الكلس لجبل فلتان.

يحدث هذا عندما تتعرض الصخور الصلبة للإنفكاك بفعل الشقوق والفوالق الكثيفة التي تكونت نتيجة لأثر الحركات الإنكسارية وفعل التصدع الجليدي ، كما تخضع بالدرجة الأولى إلى الجاذبية الأرضية.

والخاصية المميزة لهذه الحركة هي سرعة حدوثها بشكل مفاجيء ، إذ نجدها تتجمع أسفل الحافات الصخرية مشكلة ما يعرف بمخاريط الأنقاض.

- **التخددات**: تطور هذه الديناميكية مشجع من جهة بطبيعة التكوينات الصخرية المتمثلة أساسا في المواد الهشة (الطين والمارن- مارن- مارن كلسي) ، ومن جهة أخرى بأهمية الأمطار التي تتسبب في هجومية السيلان ، حيث يؤدي هذا الأخير إلى تركز المياه في الفترات الشتوية ، ويتسبب في زيادة عمق هذه التخددات.

- **الأراضي الرديئة**: تنتشر بكثرة فوق تكوينات الطين والمارن ، المارن على السفوح شديدة الإنحدار المتمثلة في السفوح الجنوبية لجبل واش وبالقرب من مدينة قسنطينة وعلى السفوح الجنوبية والشمالية لجبل فلتان.

1-3- الأوساط ضعيفة الإستقرار (حالة التعرية البطيئة):

وهي ذات تضرر ضعيف مقارنة بالوسطين السابقين ، لا تشكل خطرا كبيرا على تناقص الموارد المائية السطحية المعبأة بسبب ضعف مقدار التوحل عند بحيرة السد تسود هذه الأوساط نظام السهول العليا الذي يتميز بانحدارات ضعيفة (أقل من 3 %) ، فوق الترسبات الهشة للزمن الرابع ذات النفاذية العالية أين يسود المناخ الشبه جاف مع صفيحة مائية متساقطة $\overline{P}$ تقل عن 400 ملم.

تشهد هذه الأوساط خلال فترات الفيضانات الخريفية والربيعية سيلان سطحي تتوافق معه ظاهرة التعرية الغشائية حيث يتم خلالها نقل الحبيبات الدقيقة من التربة.

حسب (Marre A ., 1987) في دراسته للتل الشرقي الجزائري ، أنه في نظام السهول العليا القسنطينية لوحظ في أكتوبر 1974 على قدم جبل قريون وخلال بضعة ثواني من حدوث الأمطار السيلية أن الحادورات السفلية تكون كلها مغطاة بأسمطة مائية محملة بجزيئات دقيقة من الطين مما يؤدي إلى فقدان التربة الزراعية ذات الخصوبة المتميزة ، أين تقام زراعة الحبوب والخضروات ، بالإضافة إلى انتشار السيلان المركز على سفوح الكتل الكلسية والسيلان المتفرق فوق الإنحدارات الضعيفة.

أما عن الحركات الكتلية المميزة فهي حركات صلبة أساسا تخص التكوينات الكلسية والحجر الرملي.

كما تشهد هذه الأوساط نوع من التعرية الريحية خلال فترات هبوب الرياح الجافة وخاصة الرياح المحلية الجنوبية والجنوبية الشرقية الحارة ، تعرف هذه الرياح في شمال إفريقيا باسم السيروكوSirocco وهي تهب على القسم الجنوبي للحوض بمعدل 40 يوم/سنة (Seltzer., 1946) يتم خلالها نقل جميع المفتتات الصخرية المنحوتة من السفوح والتكشفات الصخرية.

يعبر عنها سفح جبل ميمل Meimel (خريطة رقم 15):

يتواجد في القسم الجنوبي الشرقي للحوض ، يتراوح ارتفاعه 1160 م ، تتمثل أشكال التعرية المائية السائدة في:

- **السيلان المتفرق**: هي الحركة المسيطرة ، يظهر عند استمرار التساقط لفترة معينة يتم خلالها جريان المياه على تربة تسودها الزراعات المؤقتة والغياب الكلي للغطاء الغابي ، إذ أن المجاري المتشكلة لا يتعدى عمقها بعض السنتيمترات عادة من 1 - 2 سم ويتراوح عرضها من 20 - 30 سم على كل الحادورات وغالبا ما يصادف هذا النوع من السيلان حواجز من الصخور أو بقايا النباتات (جذور) ، فبالتالي يتفرع ثم يعود ليلتقي ثانية ، فإذا كان الصبيب مرتفع يشكل نوع من التعرية السطحية (الغشائية).

- **التخددات**: نميز نوعين من التخددات:

- تخددات فوق الترب الهشة (رسوبيات الزمن الرابع) ، إذ تحدث نتيجة الحفر الرأسي والجانبي للأودية.

- تخددات متطورة فوق الصخور الصلبة للكلس لتوفر بعض الأشرطة من المارن ذات النفاذية العالية نتيجة الإنكسارات التي تعرضت لها الكتل الكلسية خلال الحركات التكتونية ، حيث كلما كانت كثافة التشققات عالية عملت على الإتساع بواسطة ظاهرة الذوبان.

- **الإنهيالات**: إن لعمل الجليد وذوبانه ووفرة المياه أثناء فترة ذوبان الثلوج على مستوى الكتل الكلسية الأكثر تشققا ، تفسر وفرة الكتل نتيجة ظاهرة التصدع الجمدي التي يتم خلالها السقوط القوي للكتل الصخرية كبيرة الحجم حيث تتوضع موزعة على السفوح.

أوضحت الخصائص المميزة للحوض حقيقة وجود مجال متقهقر أكثر عرضة لعمليات التعرية المائية ، كما أفرزت عن التفاوت في نوع و درجة نشاط التعرية التي تزداد حدتها من جنوبه إلى شماله ، والتي تعود إلى اختلاف الأنظمة المشكلة له.

فالنظام التلي المتواجد في الشمال تتضح فيه مخاطر التعرية المائية متعددة و متداخلة تتمثل أساسا في التخددات و الحركات الكتلية نظرا لخصائص المقومات الطبيعية المشكلة له ، و بالتالي يمثل النطاق الأكثر مساهمة في تزويد بحيرة سد بني هارون بالحمولة الصلبة.

أما نظام السهول العليا المتواجد في الجنوب ، أين تسوده الترسبات الحديثة تنتشر فيه مختلف أشكال السيلان (المتفرق والغشائي) بالإضافة إلى المهيلات و الإنهيالات على مستوى السلاسل الجبلية الكلسية.

خــلاصـــة الفصـــل الأول:

سمحت الخصائص الطبيعية والمناخية للحوض بإبراز التباين الموجود في مؤهلاته من حيث تعرية سطح الأرض والجريان السطحي.

فالقسم الجنوبي المتميز بالإنبساط وبضعف الشبكة الهيدروغرافية بسبب طبيعة المناخ الشبه جاف ، أين يطغى عليها طابع التصريف المؤقت مخترقة تكوينات الزمن الرابع ذات النفاذية العالية تسمح بتحويل حجم كبير من المياه السطحية إلى مياه جوفية ، وبالرغم من ضعف الغطاء النباتي الدائم إلا أن مظاهر و مخاطر التعرية المائية ضعيفة.

أما القسم الشمالي يغلب عليه طابع التضرس مع سيادة التصريف الدائم فوق تكوينات متوسطة النفاذية مع غطاء نباتي دائم و محدود ، ومناخ شبه رطب ، هذه العوامل جعلت المنطقة مؤهلة جدا للتعرية المائية والجريان السطحي.

لهذا يمكن القول أن المنطقة التلية تعرف مختلف أشكال التعرية المائية ونشوء الجريان السطحي نظرا لطبيعة الشروط المساعدة على ذلك أما منطقة السهول العليا هي منطقة المياه الجوفية وأخطار التعرية المائية بها تكون ضعيفة ومحدودة جدا.

لهذا فتقييم الأحجام السائلة والصلبة ضروري جدا لتحديد شدة خطورة هذه المظاهر في الحوض.

مقدمـــة:

بعد دراسة الخصائص الطبيعية والمناخية ، والتفصيل في مدى تداخلها وتأثيرها في تعرية سطح الأرض ونشوء الجريان السطحي ، في هذا الفصل يتم تكميم الجريان السطحي والتعرية المائية والذي نصبو من خلاله إلى:

* معرفة نظام الجريان السطحي السنوي والفصلي وتغيراته في المجال والزمن ، خاصة خلال فترات الفيضانات الإستثنائية التي تساهم بقسط كبير في توفير أحجام هامة من المياه.

* تقييم التعرية المائية التي حدثت في الحوض نتيجة تظافر وتفاعل الشروط الفيزيائية ، الجغرافية ، المناخية ، الهيدرولوجية ، وإبراز تغيراتها المجالية الزمنية وعلاقاتها بتغيرات الأمطار والجريان السطحي خاصة خلال فترات الفيضانات وماتسببه من أضرار فقدان التربة الزراعية وتوحل السدود.

I- خصـــائـــص الجريـــان السطـــحي والمـــوارد المـــائية السطحيـــة:

ينعكس تفاعل العوامل الفيزيائية ، الجغرافية للحوض التجميعي مع العناصر المناخية خاصة الأمطار والتبخر في تحديد النظام الهيدرولوجي للأودية.

كما أن تقييم الموارد المائية السطحية للحوض لا يتوقف على معرفة الحجم المائي السنوي المتنقل فقط بل يتعداه إلى مختلف فترات الزمن الممكنة.

لهذا ندرس:

- التغيرات السنوية للصبيب.
- الإمكانيات المائية السطحية والحوصلة الهيدرو لوجية.
- التغيرات الفصلية للصبيب ومعرفة نظام الجريان.
- القيم القصوى للجريان ، الفيضانات والشح.

1- تجهيز الحوض والمعطيات الهيدرولوجية:

يتوفر الحوض على ستة (6) محطات هيدرومترية (خريطة رقم 16) ، إلا أنها متوقفة منذ مدة طويلة باستثناء محطتي وادي العثمانية و القرارم اللتان تتوفران على سلسلة لا بأس بها من المعطيات بالرغم من وجود بعض النقائص ، لهذا تم الإعتماد عليهما في معرفة النظام الهيدرولوجي للحوض نظرا للتباين الفيزيوغرافي الواضح بين شماله وجنوبه.

جدول رقم 17 : خصائص المحطات الهيدرومترية

المحطة	الرمز الوطني	X	Y	المساحة	النطاق المناخي
وادي العثمانية	10-03-01	822.00	332.10	1130	شبه جاف
القرارم	10-06-02	821.55	363.35	5320	شبه رطب

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة).

2- إستكمال معطيات الصبيب:

تحتوي معطيات الصبيب المتوسط اليومي للفترة (1974-1983/1975-1984) للمحطتين على نقائص (شكل رقم 11) ، مما تطلب منا استكمالها على المستوى اليومي وهذا عن طريق حساب معامل الإرتباط الخطي بين القيم اللوغاريتمية للصبيب المتوسط اليومي.

تم تحديد أحسن معامل للإرتباط بين المحطة الكاملة والمحطة الناقصة باتباع مرحلتين:

- **المرحلة الأولى**: إختبار معامل الإرتباط بين القيم اليومية لكل شهر.
- **المرحلة الثانية**: إختبار معامل الإرتباط بين القيم اليومية لأربعة فصول.

أعطى معامل الإرتباط قي المرحلة الأولى نتائج ضعيفة R لايتعدى 0.30 ، أما في المرحلة الثانية أعطى قيم مقبولة تتعدى 0.44.

النتائج المحصل عليها بعد استكمال معطيات محطة القرارم إعتمادا على معطيات محطة العنصر موضحة في الجدول التالي:

جدول رقم18 : تقدير الصبيب السائل اليومي

المحطة / الفصل	المحطة الناقصة	المحطة الكاملة	معامل الإرتباط R	معادلة التصحيح
الخريف (سبتمبر- أكتوبر- نوفمبر)	القرارم	العنصر	0.44	Log Ql = 0.3157 Log Ql + 0.0287
الشتاء (ديسمبر- جانفي- فيفري)	/	/	0.57	Log Ql = 0.3778 Log Ql + 0.1757
الربيع (مارس- أفريل- ماي)	/	/	0.69	Log Ql = 0.4748 Log Ql + 0.1448
الصيف (جوان- جويلية- أوت)	/	/	0.44	Log Ql = 0.3704 Log Ql – 0.1523

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

3- التغيرات السنوية للجريان السطحي:

يتضح بعد تحليل المعطيات المتعلقة بالمتوسطات السنوية للصبيب عند محطتي وادي العثمانية والقرارم ، التذبذب الكبير في قيم الصبيب المتوسط السنوي لوادي الرمال (شكل رقم 12).

قدر متوسط الصبيب عند محطة وادي العثمانية بـــ 0.343 م^3/ثا و 4.516 م^3/ثا عند محطة القرارم حيث قدرت السنوات الرطبة التي تفوق المتوسط السنوي بـــ 10/5 سنوات في المحطتين.

بلغ أقصى مردود سنة (83 – 84) بـــ 0.956 م^3/ثا عند محطة وادي العثمانية و 6.071 م^3/ثا سنة (78 – 79) عند محطة القرارم ، في حين بلغ أدنى مردود سنة (78 – 79) بـــ 0.127 م^3/ثا عند محطة وادي العثمانية و 2.418 م^3/ثا سنة (74 – 75) عند محطة القرارم (جدرل رقم 19). توضح هذه القيم زيادة أهمية وادي الرمال من أعلى إلى أسفل الحوض ، هذا التزايد في الجريان السطحي من

الجنوب إلى الشمال يتوافق بشدة مع المعطيات المناخية والفيزيوغرافية للحوض التي تم تحليلها في الفصل الأول.

كما يفسر ضعف الصبيب السنوي المطلق لمحطة وادي العثمانية المعبرة عن القسم الجنوبي للحوض

أساسا ، بخصائص المناخ الشبه جاف الذي يتميز بضعف كمية الأمطار (أقل من 400 ملم) وبارتفاع التبخر.

لإبراز إنتاجية حوضي الدراسة للجريان السطحي نركز على قيم الصبيب النوعي التي تتزايد من أحواض السهول العليا الممثلة بحوض وادي العثمانية 0.304 ل/ثا/كلم^2 إلى الأحواض التلية 0.849 ل/ثا/كلم^2 عند محطة القرارم ، بسبب تأثير مختلف العوامل الفيزيائية-الجغرافية-المناخية (المساحة ، التركيب الصخري ، الأمطار....إلخ).

يتميز وادي الرمال بارتفاع قيم الصبيب المطلق السنوي والنوعي من أعلى إلى أسفل الحوض ، مثل بعض الأودية الجزائرية (السيبوس ، بوسلام ، الشلف.....).

هذه الميزة خاصة بأحواض نظام البحر الأبيض المتوسط ، أين تأخذ الأودية منابيعها في منطقة السهول العليا (الأقل ارتفاع 800 – 900 م) ذات المناخ النصف جاف ، أين متوسط التساقط السنوي لا يتعدى 400 ملم ، وعند خروجها من هذا النطاق يتزايد عدد الروافد الصغيرة المصرفة للمناطق الجبلية للأطلس التلي الأكثر ارتواءا مما يزيد من قيمة صبيبها النوعي.

جدول رقم 19 : المتوسطات السنوية للصبيب والمعامل الهيدروليسي للفترة(1974 - 1983/1975 - 1984)

السنوات	متوسط الصبيب السنوي م^3/ثا		الصبيب النوعي ل/ثا/كلم^2		المعامل الهيدروليسي	
	1	2	1	2	1	2
75 – 74	0.238	2.418	0.211	0.455	0.694	0.535
76 – 75	0.419	5.374	0.371	1.010	1.222	1.190
77 – 76	0.398	4.854	0.352	0.912	1.160	1.075
78 – 77	0.146	3.814	0.129	0.717	0.426	0.845
79 – 78	0.127	6.071	0.112	1.141	0.370	1.344
80 – 79	0.148	3.926	0.131	0.738	0.431	0.869
81 – 80	0.349	5.766	0.309	1.084	1.017	1.277
82 – 81	0.483	4.136	0.427	0.777	1.408	0.916
83 – 82	0.168	3.191	0.149	0.60	0.490	0.77
84 – 83	0.956	5.612	0.846	1.055	2.787	1.243
المتوسط السنوي	0.343	4.516	0.304	0.849	1	1

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

1: محطة وادي العثمانية.

2: محطة القرارم.

كما يمكن للمعامل الهيدروليسي توضيح عدم الإنتظام البين سنوي ، بمعنى النسبة بين الصبيب السنوي على متوسط الصبيب للفترة المدروسة ، والذي استخلصنا من خلاله:

عدم تجانس القيم القصوى والدنيا للمعامل الهيدروليسي ، سجلت أقصى قيمة سنة (83 – 84) عند محطة وادي العثمانية وسنة (78 – 79) عند محطة القرارم ، في حين سجلت أدنى قيمة سنة (78 – 79) عند محطة وادي العثمانية وسنة (74 – 75) عند محطة القرارم.

توافق السنوات التي شهدت فائض في الأمطار مع فترة المياه المرتفعة قدربــ 5/3 سنوات عند محطة وادي العثمانية وبــ 5/4 سنوات عند محطة القرارم مما يفسر مدى ارتباط نظام جريان مياه وادي الرمال بنظام التساقط (الأمطار).

4- الحوصلة الهيدرولوجية:

4-1- تقييم الحصيلة المتوسطة السنوية:

تسمح لنا الحوصلة الهيدرولوجية بتقدير نسب الأصناف الناتجة عن تحولات مياه التساقط.

توجد ثلاث أصناف منها: المداخيل ، المخاريج ، المخزون ، نفترض أنه ليس لدينا أي مخزون في التربة.

P(ملم) = **EC**(ملم) + **DE** (ملم)

- **صفيحة التساقط المتوسطة السنوية (P)** : قدرت بـــ 353.06 ملم عند محطة وادي العثمانية وبـــ 443.93 ملم عند محطة القرارم للفترة (74– 83/75– 84) اعتمادا على طريقة تيسان.

- **صفيحة الجريان السطحي المتوسطة السنوية(EC)** : على العموم صفيحة الجريان السطحي تعتبر ضعيفة مقارنة بصفيحة التساقط المتوسطة للحوضين ، وارتفاعها من 9.238 ملم عند محطة وادي العثمانية إلى 26.649 ملم عند محطة القرارم يرجع أساسا إلى اختلاف الظروف المناخية والعوامل الفيزيائية.

كما يعتبر المتوسط السنوي للجريان السطحي لوادي الرمال عند محطة القرارم من أضعف الكميات مقارنة بمثيلاتها في الأحواض التلية بالرغم من أن كميات الأمطار التي تتلقاها متشابهة مثل أودية حوض الشلف بالتل الغربي **(Meddi M ., 1999)** .

جدول رقم 20 : مقارنة الجريان السطحي المتوسط السنوي

حوض التصريف	الوادي	متوسط الأمطار(ملم)	متوسط الجريان السطحي (ملم)	معامل الجريان (%)
الرمال	الرمال	443.93	26.649	6
الشلف	روينة	439	70	16

- **عجز الجريان (DE)** : هو الفرق بين الصفيحة المائية المتساقطة في الحوض والصفيحة الجارية لنفس الفترة ، بحيث يمثل كمية الماء المفقودة بفعل التبخر.

وارتفاع صفيحة عجز الجريان من 343.822 ملم عند محطة وادي العثمانية إلى 417.281 ملم عند محطة القرارم ، يفسر أساسا بارتفاع مجموع المتوسط السنوي للأمطار ولاختلاف العوامل المسببة للجريان السطحي.

- **معامل الجريان (Ce)** : يمثل حاصل قسمة الصفيحة المائية الجارية على صفيحة التساقط.

هذا المعامل ضعيف في حوض وادي العثمانية 2.62 **%** بسبب التبخر القوي والنفاذية المرتفعة مما يجعل الحوض غير ملائم جدا للجريان السطحي مقارنة بالحوض الإجمالي لوادي الرمال عند محطة القرارم أين قدر بـــ6 %.

5- نظام الجريان السطحي الفصلي والمعاملات الشهرية للصبيب:

يسمح تحليل الصبيبات الشهرية بمعرفة نظام المجاري المائية وتغيراته البين سنوية أو البين فصلية ، يفسر هذا النظام باستعمال المعامل الشهري للصبيب ، وتغيراته في الزمن تتم انطلاقا من حساب معامل التغير **CV.**

بلغ المتوسط الفصلي للجريان السطحي قيمته القصوى خلال فصل الشتاء بقيمة قدرها 1.657 م^3/ثا عند محطة وادي العثمانية و في فصل الربيع قيمة 22.757 م^3/ثا عند محطة القرارم ، بينما سجل أدنى متوسط فصلي للجريان السطحي خلال فصل الخريف عند محطة وادي العثمانية حيث قدر بـــ 0.432 م^3/ثا و 3.98 م^3/ثا في فصل الصيف عند محطة القرارم.

نظام مجرى وادي الرمال ذو تزويد مطري ، تمتد فترة المياه المرتفعة من ديسمبر إلى ماي باستثناء شهر جانفي عند محطة وادي العثمانية باعتباره الشهر الذي سجل كميات من الأمطار أقل من المتوسط السنوي لفترة 10 سنوات عند محطتي بلاعة وعين الكبش ، ومن ديسمبر إلى أفريل عند محطة القرارم.

بينما تتناسب بقية الأشهر مع فترة المياه المنخفضة ، تصل فيها مياه الأودية إلى أدنى مستويات لها خاصة في أشهر فصلي الصيف والخريف (جدول رقم 21).

هذا الإختلاف في امتداد فترتي المياه المرتفعة والمنخفضة يعود للتباينات الجغرافية لنظام المجاري ، حيث يوجد تباين محسوس في نظام جريان مجاري السهول العليا ومجاري النطاق التلي.

كما ينتمي وادي الرمال إلى نظام الجريان المتوسطي ذي القيمة القصوى الوحيدة للصبيب يمثلها كل من شهر فيفري بمحطة وادي العثمانية بـــ 0.781 م^3/ثا وشهر مارس بمحطة القرارم بـــ 9.349 م^3/ثا ، سجلت هذه القيم بعد تشبع التكوينات السطحية والتربة وهي الفترة التي تتميز بفيضانات وسيول غزيرة مركزة في الزمن (شكل رقم 13).

يتضح من منحنيي المعاملات الشهرية للصبيب عدم التوافق في التغيرات الشهرية للصبيب إذ تتميز محطة وادي العثمانية بالتذبذب في قيم **CMD** من شهر إلى آخر ، تصل أقصى قيمة إلى 2.277 في شهر فيفري ، وأدناها إلى 0.35 في شهر أكتوبر ، بخلاف محطة القرارم أين قيم **CMD** تبدأ في الإرتفاع من شهر أكتوبر إلى شهر مارس مسجلة بذلك قيمة 2.07 بعدها تنخفض تدريجيا إلى غاية شهر أوت 0.21 (شكل رقم 14).

كما يتبين من معاملات التغير للمتوسطات الشهرية للصبيب (جدول رقم 21) ، (شكل رقم 15) تغير نظام الجريان السطحي الشهري أكثر منه بالنسبة للسنوي ، حيث توافق المعاملات المرتفعة الأشهر ذات الصبيبات المنخفضة (فترة المياه المنخفضة) أما المنخفضة فتوافق الأشهر ذات الصبيبات المرتفعة (فترة المياه المرتفعة) ،

إذ نجد أقصى قيمة في شهر فيفري بمقدار 1.81 عند محطة وادي العثمانية و1.145 في شهر أفريل عند محطة القرارم ، أما أدنى قيمة سجلت في شهر أكتوبر بمقدار 0.558 و 0.363 على التوالي عند محطتي وادي العثمانية والقرارم.

6- الأشكال القصوى للجريان: الفيضانات والشح:

للجريان الأقصى أثر مهم يظهر خاصة في معرفة الإمكانيات الهيدرولوجية وتغيراتها ، وكذلك نتائجها على مظاهر الحمولة الصلبة العالقة ، التلوث ، والأخطار التي تسببها والذي يمتد تطوره الزمني من بضع ساعات إلى عدة أيام.

6-1- الفيضانات:

تدرس الفيضانات من خلال الصبيب اليومي واللحظي للقيم القصوى ، تحدث هذه الأخيرة بسبب الأوابل الإستثنائية ، كما تختلف شدة الفيضانات لاختلاف العناصر المحفزة للجريان السطحي منها:
شكل الحوض التجميعي ، الإنحدارات ، كثافة التصريف ، نسبة الغطاء النباتي ، تشبع الأراضي بالمياه.

6-1-1- الصبيبات القصوى السنوية:

يتغير الصبيب السنوي الأقصى من سنة لأخرى وهذا على مستوى المحطتين (جدول رقم 22) ، نسجل أن أغلبية الفيضانات لم تلاحظ متزامنة في نفس السنة ، حيث سجل وادي الرمال عند محطة وادي العثمانية 1236 م^3/ثا سنة (67 – 68) وعند محطة القرارم 615 م^3/ثا سنة(78 – 79) ، كما أن الصبيب الأقصى السنوي الأكثر ضعفا وصل إلى 6.57 م^3/ثا سنة (79 – 80) عند محطة وادي العثمانية و 40.50 م^3/ثا سنة(85 – 86) عند محطة القرارم.

دراسة توزيع التردد الفجائي للقيم القصوى توضح أن الأشهر ، فيفري ، مارس ، أفريل عند محطة وادي العثمانية ، وأكتوبر ، جانفي ، ماي ، جوان ، جويلية ، أوت عند محطة القرارم ، لم تعرف القيم القصوى السنوية ، في حين تنشأ هذه القيم القصوى في باقي الأشهر مع تردد كبير في أوت وسبتمبر عند محطة وادي العثمانية ، وفي فيفري ومارس عند محطة القرارم.

الإختلاف المسجل في فترات تردد الفيضانات بين شمال وجنوب الحوض مرتبط أساسا باختلاف الأنظمة الجغرافية والمناخية في الحوض.

فالقسم الجنوبي للحوض الخاضع للنظام القاري ، يتميز بتردد الفيضانات خلال فصلي الصيف والخريف بنسبة 72.3 % ، يبلغ أقصاه في شهري أوت وسبتمبر (جدول رقم 23) لسبب خضوعه للتيارات الجنوبية التي ترافقها

أمطار إعصارية مما يفسر الوفرة المطلقة للأمطار خلال هذين الفصلين ، وهي ميزة ينفرد بها نظام السهول العليا أين يسود المناخ الشبه جاف.

أما بالنسبة للحوض الإجمالي الذي تعبر عنه محطة القرارم والخاضع لنظام إنتقالي بين السهول العليا في الجنوب والتل في الشمال ، وأين يتناوب المناخ فيه من الشبه جاف إلى الشبه رطب يتميز بتردد الفيضانات خلال فصلي الشتاء والربيع بنسبة 80 %، سجل أقصى تردد في شهري فيفري ومارس (جدول رقم 23) بسبب الأمطار الناتجة عن الجبهات المطيرة الباردة القادمة من المناطق الرطبة والتي غالبا ماتحدث في فصل الشتاء.

في الفترات الرطبة ، إنخفاض درجة الحرارة وزيادة التساقط يسببان فائض مائي مهم ، نتيجة لتوفر الرطوبة السابقة للتربة ، بسبب أمطار فصل الخريف من خلال القيم الحدية القصوى لشدات المطر قصيرة المدة التي تحدث الفيضانات.

في الفصل الحار بالرغم من العجز المائي تنشأ الفيضانات نتيجة الأمطار الإعصارية الأكبر شدة المميزة لهذا الفصل ، وهذه الأعاصير تسمح بتوزيع عدة ميليمترات من الماء في بعض الدقائق فقط ، لكن تكون أكثر تركزا.

جدول رقم23 : تردد الصبيبات القصوى

الوادي		س	أ	ن	د	ج	ف	م	أ	م	ج	ج	أ
وادي الرمال محطة وادي العثمانية	**العدد**	<u>4</u>	2	1	2	1	0	0	0	2	1	1	<u>4</u>
	%	22.2	11.1	5.6	11.1	5.6	0	0	0	11.1	5.6	5.6	22.2
وادي الرمال محطة القرارم	**العدد**	1	0	1	1	0	<u>3</u>	<u>3</u>	1	0	0	0	0
	%	10	0	10	10	0	30	30	10	0	0	0	0

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

6-1-2- عودة صبيبات الفيضانات:

تحديد الصبيب الأقصى المحتمل للفيضانات في مجرى مائي خلال فترة عودة (10سنوات ، 100 سنة ...) ذو فائدة كبيرة لإعطاء فكرة عن مدى قوة هذه الفيضانات والتي يمكن أن تسبب خطرا كبيرا ، ولذا فهذا التنبؤ سيسمح بالتحكم في هذه الظواهر وذلك ببناء مفرغات وحساب أبعادها ، حتى نتمكن من استعاب وتعديل الصبيب الأقصى لهذه الفيضانات النادرة.

- **مثال:**

تعديل الصبيبات القصوى السنوية لوادي الرمال بواسطة قانون **GUMBEL** وبمجال ثقة 80 % يكون كالتالي:

$$Qf = Q0 + g * u$$

$$Q0 = \bar{Q} - 0.577 * g$$

$$g = 0.78 * d\,Q$$

حيث :

Q0: مؤشر الشكل.

g: مؤشر المقياس (السلم).

$\bar{Q}$: متوسط الصبيبات.

d Q: إنحراف الصبيبات.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول التالي:

جدول رقم24 : الصبيبات اليومية القصوى السنوية ومدة ترددها

Q (m^3/s)	فترة العودة	F	u	العلاقة	الوادي
70.19 495.1 657.8 868 1026.2	2 10 20 50 100	50 90 95 98 99	0.37 2.25 2.97 3.90 4.60	**Q = 226 u -13.43**	**وادي الرمال – محطة وادي العثمانية**
205 517.8 637.6 792.3 908.79	2 10 20 50 100	50 90 95 98 99	0.37 2.25 2.97 3.90 4.6	**Q = 166.38 u + 143.44**	**وادي الرمال – محطة القرارم**

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

الفيضانات المستخلصة خلال فترات عودة مختلفة تتطور من الفيضان المسجل كل سنتين ، 10 سنوات ، 20 سنة .....إلخ.

سجل الفيضان ذو فترة عودة سنة من سنتين في وادي الرمال عند محطة القرارم 205 م^3/ثا لسبب اتساع مساحة تصريف الحوض وسيادة التكوينات الغير نفوذة ، في حين سجل وادي الرمال عند محطة وادي العثمانية 70.19 م^3/ثا لسبب صغر مساحة الحوض ولارتفاع نفاذيته.

من هنا يتضح أن الصبيب الأقصى في علاقة طردية مع حجم الحوض التجميعي ، كما يلعب التركيب الصخري دور مهم بتأثيره على نظام الأودية.

6-1-3- دور صبيب الفيضان في الجريان السطحي السنوي:

لتوضيح نظام جريان وادي الرمال خلال سنة ، إعتمدنا على سنة(76 – 77) باعتبارها الفترة التي تميزت بتطور واضح لصبيب الفيضان والذي تم من خلاله نقل أكبر حجم للحمولة الصلبة.

سمحا (شكلي رقم 17- 18) بتوضيح تطور الصبيب المتوسط اليومي من محطة وادي العثمانية إلى محطة القرارم الذي يفسر بزيادة الشبكة الهيدروغرافية لطبيعة المناخ والتركيب الصخري ، وباستنتاج فترتين ،

فصل ممطر يمتد من أكتوبر إلى ماي باستثناء شهر مارس عند محطة القرارم وشهري مارس وأفريل عند محطة وادي العثمانية ، وبتردد كبير لتساقط الأمطار خلال شهري ديسمبر وجانفي.

بلغ متوسط الصبيب اليومي أقصاه عند محطة وادي العثمانية يوم 18 ماي 1977 قيمة 5.05 م^3/ثا وصلت خلاله القيمة اللحظية القصوى إلى 11.96 م^3/ثا.

أما بالنسبة لمحطة القرارم ولمدة 24 سا فقط إرتفع صبيب الفيضان من 43.5 م^3/ثا إلى 75.24 م^3/ثا يوم 19 نوفمبر 1976 ، وبقيمة لحظية قصوى قدرت بـــ 109 م^3/ثا.

إن عدم التوافق المجالي الزمني في تسجيل أقصى قيم لصبيب الفيضان يعود إلى اختلاف في نظام توزيع شدة الوابل ولاختلاف نوعية التركيب الصخري.

كما يفسر أول صعود للمياه خلال شهر أكتوبر ، بكون أكبر صفيحة تساقط ذهبت للسيلان نظرا لطبيعة التربة الجافة بعد انقضاء فترة طويلة جافة (فصل الصيف) تسببت في الإرتفاع السريع للمجاري المائية ، ثم حدوث تناقص لمياه الفيضان بعد مرور 8 أيام ، خلال هذه المدة تم حجز كمية من المياه في التربة ، كما ساهمت الأمطار المتتالية لنهاية أكتوبر وبداية نوفمبر في تشبع الأسمطة الجوفية ، فبمجرد حلول الأمطار الهجومية لفصلي الشتاء والربيع حدث جريان سطحي غزير ، سمح ببلوغ الصبيب إلى أقصى قيم له خلال هذين الفصلين.

6-1-4- قوة الفيضانات:

عدة معايير تميز قوة الفيضان ، إرتفاعه الأقصى ، صبيبه المطلق الأقصى والنوعي ، حجمه.

معامل الجريان **A**(*) لــــ **(** Meyer – Coutagne – Pardé **)** يشكل لنا أحسن عنصر في إطار مقارنة الفيضانات بين المحطات أو بين الفصول.

(*) : معامل الجريان A هو النسبة بين الصبيب وجذر المساحة.

(*) : $A= Q/\sqrt{S}$

Q: الصبيب اللحظي الأقصى (م^3/ثا).

S: مساحة الحوض التجميعي (كلم^2).

جدول رقم 25 : قوة الفيضانات القصوى

المحطة	الفصل	تاريخ الفيضان	المساحة	متوسط الصبيب اليومي الأقصى(م^3/ثا)	الصبيب اللحظي الأقصى م^3/ثا	قوة الفيضان A
وادي العثمانية	الخريف	1967 – 11 – 29 1970 – 10 – 14 1973 – 0 9 – 25	1130	318.60 20.01 58.27	1236 163 313.6	36.76 4.85 9.33
	الشتاء	1969 – 12 – 24 1984 – 02 – 04		20.61 12.61	67.10 43.06	2 1.28
	الربيع	1977 – 05 – 18 1979 – 04 – 16		5.05 4.039	11.96 4.72	0.36 0.14
	الصيف	1967 – 08 – 18 1978 – 08 – 17		4.365 3.852	42 23.52	1.25 0.70
القرارم	الخريف	1976 – 11 – 19 1986 – 09 – 30	5320	75.24 25.3	109 69.3	1.49 0.95
	الشتاء	1978 – 02 – 05 1985 – 01 – 01		50.72 651.6	109 690	1.49 9.46
	الربيع	1976 – 03 – 17 1979 – 04 – 16 1980 – 03 – 06 1985 – 03 – 08		85.27 420 65.01 903	148.2 615 103.8 1196	2.03 8.43 1.42 16.40

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

من خلال تحليلنا للفيضانات القصوى لمحطتين تمثلان نظامين جغرافيين مختلفين (نظام السهول العليا والنظام التلي) ، يتضح أن قوة الفيضانات تبرز في محطة وادي العثمانية في فصل الخريف حيث قدر المعامل **A** في فيضان نوفمبر 1967 بـــ36.76 ، بينما سجل أقصى فيضان في فصل الربيع بمحطة القرارم ، وهو فيضان مارس 1985 أين وصل المعامل **A** إلى 16.40.

كما يتبين أن القسم العلوي للحوض تتردد عليه فيضانات خلال فصل الصيف ذات صبيب لحظي أقصى يفوق مثيله خلال فصل الربيع وهي خاصية تتميز بها أحواض السهول العليا.

إذا يمكن القول أن تأثير الفيضانات على تهديم التربة ونقلها يكون في نهاية فصل الصيف وبداية فصل الخريف في الحوض الجزئي لوادي الرمال عند محطة وادي العثمانية ، وفي فصل الشتاء وبداية فصل الربيع في الحوض الإجمالي لوادي الرمال عند محطة القرارم.

6-1-5- أثرالفيضانات:

- فائض في الموارد المائية السطحية:

ساهم وادي الرمال عند محطة القرارم خلال فيضان 1 جانفي 1985 في نقل حجم مائي قدره 56.30 مليون م^3 و78 مليون م^3 خلال فيضان 8 مارس 1985 (مايمثل 30 **%** من الحجم المتوسط الشهري).

كما سجل أخطر فيضان في محطة وادي العثمانية فيضان نوفمبر – ديسمبر 1967 الذي امتد إلى 9 أيام مسجلا حجم قدره 420 مليون م^3 ، وصل حجمه اليومي المطلق الأقصى 33 مليون م^3 ، مايعادل تقريبا السعة الكلية لبحيرة سد حمام قروز ويتعدى حجمه السنوي المعدل والمقدر بــ 18 مليون م^3 ، هذا الحجم بإمكانه تغطية كل الإحتياجات السنوية الحالية من الماء الصالح للشرب والصناعة لولاية قسنطينة.

- حمولة صلبة مرتفعة: (ستدرس مفصلة في الدراسة القادمة).

- خسائر مادية وبشرية معتبرة:

توضح الأحجام المائية المسجلة سابقا عظمة المياه المفقودة والخسائر المترتبة عنها حيث سجل على مستوى بعض روافد وادي الرمال الواقعة جنوب الحوض مساء 30 سبتمبر 2001 ، تساقط أمطار وابلية محلية نتج عنها جريان سطحي قوي وسريع للمياه في أعالي أحواض وادي بويقور ، شعبة القلت ، عين الباردة (مجاري مائية جافة طول السنة تقريبا) ، أدى إلى خسائر[1] بشرية ومادية منها:

وفاة شخص ، 290 عائلة منكوبة ، إتلاف 212 محل تجاري عن طريق الغمر بالأوحال ، خسائر مادية باهضة للعائلات قدرت بــ 165.000.000 دج ، خسائر فلاحية قدرت بــ مليار ونصف سنتيم ... إلخ.

[1]: سجلت على مستوى وادي بويقور (مدينة واد العثمانية) من طرف بلدية واد العثمانية+الحماية المدنية.

6-2- الصبيبات الدنيا السنوية: الشح:

6-2-1- عوامل نشأة صبيب الشح وتطوره المجالي:

ينشأ صبيب الشح بسبب وجود عجز في تزويد المجاري المائية السطحية بمياه التساقط ولارتفاع التبخر. كما يختلف صبيب الشح من مجرى مائي لآخر بسبب البنية الجيولوجية وطبيعة التركيب الصخري المشكلة لأرضية الأحواض التجميعية.

توضح عينة الصبيبات الدنيا لوادي الرمال التغير الكبير لصبيب الشح من سنة لأخرى ومن محطة لأخرى (جدول رقم 22).

وصل أدنى صبيب شح عند محطة وادي العثمانية سنة (82–83) إلى 0.002 م^3/ثا وعند محطة القرارم سنة(86–87) إلى 0.08 م^3/ثا.

كما أن ارتفاع الصبيب الأدنى من جنوب إلى شمال الحوض يعود إلى تغاير العوامل المتسببة في نشأة صبيب الشح لمختلف مناطق الحوض ، فصبيب الشح ضعيف جدا في القسم العلوي لوادي الرمال بسبب ضعف تساقط الأمطار وارتفاع التبخر وطبيعة التكوينات الصخرية (تكوينات الزمن الرابع).

أين نسجل عدم وجود خزان جوفي كافي يساهم بقسط كبير في تدعيم المجرى المائي خلال فترات الجفاف.

في حين تزداد أهمية الصبيب الأدنى في أسفل وادي الرمال عند محطة القرارم لسبب بروز العديد من الينابيع والعيون ذات مردود مرتفع خاصة في منطقة حامة بوزيان.

أين قدر صبيب منبع حامة بوزيان بـــ 900 ل/ثا ، والتي تساهم كثيرا في تدعيم الجريان السطحي في فترات الجفاف.

توزيع التردد الفجائي للقيم الدنيا (جدول رقم 26) يوضح تردد صبيب الشح خلال شهري أوت و سبتمبر عند محطة وادي العثمانية ، وشهر أوت عند محطة القرارم ، وهي الفترة التي غالبا ماتتميز بضعف التساقط وارتفاع التبخر.

جدول رقم 26 : تردد الصبيبات الدنيا

الوادي		س	أ	ن	د	ج	ف	م	أ	م	ج	ج	أ
وادي الرمال محطة وادي العثمانية	العدد	10	5	2	0	1	1	1	2	1	2	5	10
	%	25	12	5	0	2	2	2	5	2	5	12	25
وادي الرمال محطة القرارم	العدد	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
	%	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	60

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

6-2-2- عودة صبيبات الشح:

معرفة مختلف فترات عودة صبيب الشح بواسطة قانون **GUMBEL** وبمجال ثقة 80 % تتبين في الجدول التالي:

جدول رقم27 : الصبيبات اليومية الدنيا السنوية ومدة ترددها

الوادي	العلاقة	u	F	فترة العودة	Q (m^3/s)
وادي الرمال – محطة وادي العثمانية	**Q = 0.04 u + 0.07**	-0.37 -1.25 -1.70 - 2.01	50 75 83 88	2 4 6 8	0.06 0.02 0.002
وادي الرمال – محطة القرارم	**Q = 0.15 u + 0.28**	-0.37 -1.25 -1.70 -2.01	50 75 83 88	2 4 6 8	0.22 0.09 0.03

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

من خلال الجدول نلاحظ أنه كلما طالت فترة العودة ، كلما قلت قيمة صبيب الشح والعكس صحيح إلى أن ينعدم كل 8 سنوات.

يوضح تحليل الجريان السطحي المتوسط السنوي ضعف وتباين في قيم الصبيب المتوسط السنوي ، بسبب التأثيرات المناخية المسيطرة في الحوض خاصة الأمطار والحرارة بين الأودية المصرفة لنظام السهول العليا والمصرفة للنظام التلي ، مما سمح بتوفير حجم مائي سنوي قدربـــ 10.82 هم^3 عند محطة وادي العثمانية و 142.42 هم^3 عند محطة القرارم.

زيادة عن التغيرات السنوية للجريان السطحي يتبين من التغيرات الفصلية أن نظام جريان وادي الرمال نظام متغير وغير منتظم ، ينشأ نتيجة للأمطار الفجائية المهمة جدا للجريان السطحي ، والذي غالبا ما يظهر في شكل فيضانات.

دراسة القيم القصوى للجريان تسمح بإثبات خصائص عدم الإنتظام في الحوض ، تزداد أهمية القيم القصوى لصبيب الفيضان في القسم العلوي للحوض في نهاية الفصل الحار بسبب الأمطار الرعدية المميزة له ، وفي القسم السفلي للحوض خلال الفترة الرطبة بسبب تشبع الطبقات الجوفية ، بخلاف صبيب الشح الذي ترتفع أهميته من أعلى إلى أسفل الحوض.

هذه القيم القصوى ذات انعكاسات إيجابية تتمثل في حدوث وفرة في الموارد المائية السطحية ، وسلبية في حدوث خسائر بشرية ومادية ضخمة ، فقدان أحجام هامة من التربة الصالحة للزراعة ، التوحل ، التلوث.

ولتوضيح دور القيم القصوى للصبيب الفيضي في نقل أحجام معتبرة من المواد الصلبة ، ولتحديد الصبيب الصلب المنقول ، هذا ما سنخصصه بنوع من الدقة والتفصيل في الدراسة القادمة.

II- التقييــم الكمـــي للتعــريـــة المـــائية:

سمحت الدراسة السابقة لمكونات الوسط الطبيعي بتوضيح مدى فعاليتها في مضاعفة التعرية المتسارعة ، نظرا لما تتصف به هذه المتغيرات من كفاءة نحتية عالية حيث أفرزت هذه الصفات عن حقيقة وجود مجال يتصف بشدة التقهقر ، والذي ترتفع حدة نشاطه من الجنوب إلى الشمال.

لهذا فتقدير التقهقر الناتج عن تعرية الحوض ضروري جدا في حوض مهم كحوض كبير الرمال ، لكونه مصدر تزويد سد بني هارون بالمياه ، والتعبير بشكل كمي عن حجم الترب والمواد المفقودة والمتنقلة عبر المجاري المائية ، والتي تشكل ما يعرف بالحمولة الصلبة المنقولة وأثر ذلك على السعة التخزينية للسدود.

1- تقدير الحمولة الصلبة المنقولة:

يتم باتباع طريقة القياس المباشر لنسبة المواد المترسبة في بحيرة السد ، من خلال مراقبة توحل البحيرة ، وهي طريقة فعالة للحصول على قيم إجمالية حول أهمية نقل المواد بالأودية المحجوزة.
ونظرا لعدم توفر قياسات التوحل على مستوى بحيرتي سدي حمام قروز وبني هارون (في طريق الإستغلال) ، إعتمدنا على نتائج القياس المنجز على مستوى محطتي وادي العثمانية والقرارم لقربهما من موقعي السدين.
كما نركز في دراستنا للحمولة الصلبة على نسبة التعكر كإحدى طرق قياس الحمولة الصلبة النوعية في مجاري الأودية ، لتحديد المتوسط السنوي للحمولة الصلبة النوعية والتنبؤ بدرجة توحل السدود.

2- طريقة القياس:

تقاس الحمولة الصلبة العالقة بواسطة نسبة التعكر لمياه الأودية إعتمادا على كمية المواد الصخرية المنقولة بمياه العينات المأخوذة من سطح مياه الأودية ، ويعبر عن كمية هذه المواد الصخرية بوحدة (غ/ل) ، ويحدد وزن المواد الصخرية بكل عينة بواسطة الفرق الناتج بين وزن العينة قبل تصفيتها من الشوائب والمواد العضوية ووزن هذه العينة بعد التخلص من هذه الأخيرة تحت درجة حرارة تتراوح بين 105^{o} و 110^{o} م ، ويختلف عدد العينات في حساب الحمولة الصلبة النوعية باختلاف طبيعة وسرعة الجريان السطحي:
أ – فعند حدوث السيول السريعة والفيضانات الغزيرة يتزايد عدد العينات المقاسة مع الإرتفاع التدريجي والسريع لمنسوب مياه الأودية إلى غاية وصول الجريان أقصاه بحيث تؤخذ عينة إجباريا عند المستوى الذي يمثل ذروة التدفق اللحظي.
ب – خلال فترات الفيضانات البطيئة التي تزيد مدتها على الساعة ، تؤخذ عينة واحدة لكل ساعة من الجريان إلى غاية وصول الجريان إلى أقصاه بحيث تؤخذ عينة إجباريا عند هذا المستوى من التدفق اللحظي للفيضان ثم

يبدأ منسوب مياه الأودية في التناقص ويتناقص معه أيضا عدد العينات المأخوذة بحيث تؤخذ عينة واحدة لكل ساعتين من الجريان إلى غاية عودة المياه إلى مستوى مجاريها العادية.

ج – أما خلال فترات الجريان العادي ، فإنه تؤخذ عينة واحدة لكل 24 ساعة من الجريان وذلك عند الزوال عموما.

وتجدر الإشارة إلى أن عينات المواد الصلبة تؤخذ في الوقت نفسه مع قياس الجريان السطحي عند نقطة القياس نفسها على ضفاف الأودية الرئيسية أو من سطح مياهها خاصة خلال فترات الفيضانات الغزيرة نظرا للخطورة التي تمثلها مسارات مياه هذه الأخيرة على حركة وحياة الإنسان.

وتعبر الحمولة الصلبة النوعية المحسوبة بواسطة نسبة المواد الصلبة العالقة عن نسبة التعكر بمياه الأودية المتأتية من المفتتات الصخرية المنحوتة من سفوح متباينة من حيث التكشفات الصخرية ، وتصل هذه المفتتات الصخرية إما منقولة بواسطة المياه الجارية خلال فترات السيول والفيضانات ، أو عن طريق تآكل وتساقط الضفاف في مجاري الأودية نتيجة ارتفاع تردد تغير منسوب مياه الأودية خلال فترات متقاربة من الزمن.

إن المواد الصلبة العالقة لا تعبر عن التعرية الإجمالية التي تتعرض لها سفوح الأحواض التجميعية لأنها لا تمثل جميع التكوينات الصخرية المنقولة بواسطة المياه الجارية والمنزوعة من سطح السفوح بواسطة مختلف أشكال التعرية.

إن هذه المواد الصخرية العالقة لا تمثل سوى التكوينات الخفيفة الوزن والصغيرة الحجم من الطين الناعمة التي لا يزيد حجمها عن 0.001 ملم والغرين الناعم الذي لايزيد حجمه 0.016 ملم وكذلك من الرمل الناعم الذي لا يزيد حجمه عن 0.25 ملم (Ward P.R .B.,1984).

فانطلاقا من الخصائص الحجمية لهذه المفتتات الصخرية ، فإن التعرية النوعية أو الحمولة الصلبة النوعية المتحصل عليها بواسطة نسبة التعكر لا تأخذ بعين الإعتبار كلا من:

1- جميع المفتتات الصخرية السطحية التي تزيد أحجامها عن أحجام الطين الناعمة والغرين والرمل الناعمين.

2- جميع المفتتات الصخرية الكبيرة الحجم والمنقولة على أرضية سرير الأودية والتي تكون عادة بعيدة عن موضع أخذ العينات من سطح المجاري الرئيسية أو من ضفافها.

3- جميع المفتتات الصخرية المنحوتة من التكشفات الصخرية بواسطة مياه السيول و الفيضانات والتي لا تصل خلال الفترة نفسها من الجريان إلى المجاري المائية لمصادفتها عوائق طبيعية (غطاء نباتي ، حواجز إصطناعية).

4- جميع المفتتات الصخرية المذابة بواسطة مياه الأمطار والسيول والمنقولة بواسطة مياه الأودية وهي تمثل شكلا من أشكال التجوية الكيميائية بالحوض التجميعي.

5- جميع المفتتات الصخرية المنحوتة من السفوح والتكشفات الصخرية بواسطة الرياح ، خاصة في فترات هبوب هذه الأخيرة ولا سيما الرياح المحلية الجنوبية والجنوبية الشرقية الحارة ، وتعرف هذه الرياح في شمال إفريقيا باسم السيروكو (Sirocco) والتي تهب على الحوض الجزئي العلوي لوادي الرمال بمعدل 40 يوم/سنة (Seltzer P.,1946).

3- التحليل الإحصائي للحمولة الصلبة العالقة:

إنطلاقا من المعطيات اليومية للصبيب السائل $QL(m^3/s)$ والتركيز $C(g/L)$ المتوافقة زمنيا والخاصة بمحطتي وادي العثمانية والقرارم ، نحاول تقدير الكمية المتوسطة السنوية الإجمالية للمواد العالقة للفترة (1974-1983/1975-1984) ، علما أن التعرية النوعية تعطى بـــ (طن/كلم^2).

بالنسبة لمعطيات التركيز (الحمولة الصلبة العالقة) تشهد عدم استمرارية في القياس ، الأرقام المسجلة لا تعبر عن كل أيام الشهر (شكل رقم20) ، مما تطلب البحث واختيار أحسن طريقة لتقييم التقهقر النوعي السنوي المفقود على مستوى الحوضين.

أغلبية البحوث المنجزة في موضوع الحمولة الصلبة النوعية والتوحل تؤكد على وجود علاقة بين معطيات الصبيب السائل والصبيب الصلب هذه العلاقة تكون مؤسسة بأرقام لوغاريتمية للمعطيات السابقة:

فانطلاقا من معطيات الصبيب السائل اليومي يمكننا تقدير الصبيب الصلب اليومي وفق مستقيم التعديل

$$Qs= F(QL)$$

3-1- حسب دراسة (DUHAMEL P.L., 1970):

إستعمل العلاقة بين القيم اليومية للصبيب السائل والصبيب الصلب لتقدير الحمولة الصلبة النوعية باعتماده على فترتين ، فترة رطبة تمتد من (سبتمبر إلى مارس) ، وفترة جافة تمتد من (أفريل إلى أوت)، إعتمادا على إحداثيات لوغاريتمية للصبيب السائل و الصبيب الصلب أين تأخذ العلاقة شكل قطع مكافئ

$$Qs = AQL^N$$

3-2- حسب دراسة(DEMMAK A. , 1984):

إنطلاقا من 30 حوض تجميعي ينتمي للنطاق التلي الجزائري تمكن من تقدير الحمولة الصلبة النوعية من خلال إنجاز علاقات فصلية بين الصبيب السائل اليومي والصبيب الصلب اليومي.

مراحل العمل :

- ترتيب أشهر السنة إلى أربعة فصول:
  - فصل الخريف (سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر).

- فصل الشتاء (ديسمبر - جانفي - فيفري).
- فصل الربيع (مارس - أفريل - ماي).
- فصل الصيف (جوان - جويلية - أوت).

- إستخراج أربع علاقات خاصة بكل فصل.
- العلاقة المستخلصة انطلاقا من القيم اللوغاريتمية للصبيب السائل والصبيب الصلب تكون على شكل معادلة خطية : $\text{Log } Qs = Ao + N\log QL$

أو معادلة قطع مكافئ : $Qs = AQL^{N}$

حيث : $A = 10^{Ao}$

ونظرا للتأثير الفصلي في ظاهرة الحمولة الصلبة النوعية ولكون طريقة (DEMMAK A) أقرب للواقع إعتمدنا عليها في تقدير نسبة التعرية المفقودة في الحوض.

تطبيق هذه الطريقة أعطى نتائج مقبولة في محطة القرارم أما بالنسبة لمحطة وادي العثمانية النتائج المحصل عليها كانت بعيدة جدا عن الواقع ، الأمر الذي كشف عن حقيقة كون المعطيات القاعدية غير صادقة لهذا استتدنا في تحليلنا على محطة القرارم.

بالنسبة لمحطة القرارم العلاقات المحصل عليها ممثلة كالآتي:

جدول رقم28 : العلاقة بين الصبيب السائل اليومي والصبيب الصلب اليومي للفترة (1974-1975 /1983-1984)

المحطة	الفصل	عدد النقاط	عناصر مستقيم التعديل			معامل الإرتباط	العلاقة
			N	Ao	$A = 10^{Ao}$		
القرارم	الخريف	33	3.4567	-1.5889	0.0258	0.88	$Qs = 0.0258\ QL^{3.4567}$
	الشتاء	26	3.2018	-2.1036	0.0079	0.99	$Qs = 0.0079\ QL^{3.2018}$
	الربيع	21	1.8351	-1.1808	0.0659	0.99	$Qs = 0.0659\ QL^{1.8351}$
	الصيف	8	5.3501	-3.0577	0.0009	0.99	$Qs = 0.0009\ QL^{5.3501}$

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

الصبيب الصلب (كلغ/ثا): $Qs = QL(m^3/s) \times C(g/L)$

4- تحليل العلاقات بين الصبيب السائل والصبيب الصلب:

إنطلاقا من العلاقات المستخلصة والتي تبرز مدى تأثير تغيرات الصبيب السائل في تغيرات الصبيب الصلب ، وكيف يكون سلوك هذه الأخيرة خلال مختلف فترات جريان وادي الرمال (شكل رقم 21) إستطعنا توضيح حالتين:

- **الحالة الأولى:**

تشتت فوضوي للقيم سمح بتمييز مجموعتين:

- المجموعة الأولى حول مركز مستقيم التعديل أين نميز:

علاقة من النمط I ، أي وجود علاقة عدم توافق بين الصبيب السائل والصبيب الصلب أين قيم الصبيب السائل تفوق المتوسط اليومي بخلاف قيم الصبيب الصلب التي تكون أقل من المتوسط اليومي لفصل الخريف وتتمثل هذه العلاقة في يوم 07 نوفمبر 1979.

بالإضافة إلى سيادة طابع العلاقة من النمط II ، أي وجود علاقة توافق بين الصبيب السائل والصبيب الصلب ، أين قيم الصبيب السائل والصبيب الصلب تكون أكبر من المتوسط اليومي للفصل تتمثل في أيام نهاية شهري أكتوبر ، نوفمبر للسنوات (77-78-79).

- المجموعة الثانية أسفل مستقيم التعديل ، حيث تتسم بعلاقة توافق بين الصبيب السائل والصبيب الصلب حيث تأخذ طابع العلاقة من النمط III أين القيم تكون أقل من المتوسط اليومي لفصل الخريف تتمثل في أيام 10 ←26 نوفمبر1979، هذا ما يفسر عدم انتظام نظام وادي الرمال خلال فصل الخريف بسبب التذبذب الكبير لأمطار شهر نوفمبر.

- **الحالة الثانية:**

تظم الفصول الآتية: الشتاء ، الربيع ، الصيف.

تشتت الأيام بشكل متراصف على طول المستقيم مما يشير إلى وجود علاقة مباشرة بين الصبيب السائل والصبيب الصلب ، نميز نمطين من العلاقات:

علاقة توافق أين قيم الصبيب السائل والصبيب الصلب أكبر من المتوسط اليومي ممثلة بعلاقة من النمط II ، وفي حالة النمط III أين قيم الصبيب السائل والصبيب الصلب أقل من المتوسط اليومي للفصل ، مما يوحي بنظام تغير الصبيب الصلب بالصبيب السائل بعلاقة طردية بالزيادة أو بالنقصان.

هذا التوافق في التغير يعود أساسا إلى انتظام وادي الرمال خلال هذه الفصول بسبب انتظام نظام التساقط لهذه الفترة.

5- التغيرات الزمنية للحمولة الصلبة النوعية وعلاقاتها بتغيرات الأمطار والجريان السطحي:

5-1- التغيرات السنوية:

قدر المعدل السنوي للأمطار والجريان السطحي والحمولة الصلبة النوعية للفترة (74-75/83-84) بـــ 435.478 ملم ، 26.649 ملم ، 271.391 طن/كلم^2 / سنة على التوالي.

تتميز التغيرات السنوية للأمطار في الحوض بنوع من التذبذب في الزمن يتبعه نوع من التذبذب في التغيرات السنوية للجريان والحمولة الصلبة النوعية ، يظهر هذا التذبذب عند مقارنة كميات الأمطار بالجريان السطحي وبكميات الحمولة الصلبة النوعية خلال الفترة المدروسة بمتوسطاتها السنوية (جدول رقم 29) ،(شكل رقم 22)، بحيث لا تتعدى هذه الكميات المتوسطات السنوية لها إلا خلال السنوات التالية:

5 سنوات /10 بالنسبة للأمطار و 10/5 بالنسبة للجريان السطحي و 1 سنة/10 بالنسبة للحمولة الصلبة النوعية وهي سنة (76-77) تميزت بنشاط مورفوديناميكي سجلت خلالها أكبر قيمة للحمولة الصلبة النوعية بـــ 1904.564 طن/كلم^2 وبحجم صلب 10132.28 مليون طن وحجم تغذية 153.076 هم^3.

أما أدنى قيمة كانت سنة(82-83)بـــ 8.151 طن/كلم^2 بحجم صلب 45.54 مليون طن وحجم تغذية 100.63 هم^3.

يتضح مما تقدم أن متوسط الحمولة الصلبة النوعية لوادي الرمال يعادل مثيله في كثير من الأحواض مثل حوض الشلف لوادي دردار بـــ 273.398 طن/كلم^2/ سنة ، وحوض السيبوس لوادي غاسول 214.32 طن/كلم^2 (DEMMAK A., 1984) وحوض السيبوس لوادي السيبوس 215 طن/كلم^2/سنة وحوض وادي الكبير الغربي 200 طن/كلم^2/سنة (BOUROUBA M., 2000).

كما أنها أقل من قيم بعض الأحواض مثل حوض وادي الكبير الشرقي ووادي الملاح بـــ 903.266 طن/كلم^2/سنة و 715.755 طن/كلم^2/سنة على التوالي (DEMMAK A., 1984).

تتعكس هذه التباينات مباشرة على نوع العلاقات الإرتباطية بين الأمطار والجريان السطحي والحمولة الصلبة النوعية من جهة أخرى ، إذ ترتبط تغيرات الحمولة الصلبة النوعية بتغيرات الأمطار أكثر من ارتباطها بتغيرات الجريان السطحي بعلاقة لوغاريتمية أكثر منها علاقة خطية يؤكد هذا معامل الإرتباط الذي قدر بـــ 0.73 (شكلي رقم 23 ، 24).

كما يتضح مدى تأثير الأمطار القصوى اليومية في تغيرات الحمولة الصلبة النوعية من خلال معامل الإرتباط الذي قدر بـــ 0.88 أي أن تغيرات الحمولة الصلبة النوعية السنوية تتأثر بنسبة 78.42% بتغيرات الأمطار اليومية القصوى لمحطة عين الباي (شكل رقم 25).

إن هذه التباينات تظهر بوضوح مدى مساهمة عامل الأمطار على مستوى التغيرات السنوية في تفسير تغيرات الحمولة الصلبة النوعية ، وللتأكيد أكثر من الأحسن إجراء علاقات إرتباطية أخرى على مستوى التغيرات

الفصلية ، الشهرية واليومية خلال فترات الفيضانات والسيول ولهذا يستحسن تحليل هذه الإرتباطات خلال فصلي الخريف والشتاء اللذين يتميزان بديناميكية تعرية مرتفعة.

2-5- التغيرات الفصلية:

من خلال النتائج المتحصل عليها (جدول رقم 30) يتبين أن فصلا الشتاء والربيع يمثلان فترة الأمطار الغزيرة ، تصل متوسطاتها الفصلية على التوالي 142.623 ملم و 149.35 ملم أي ما يعادل على التوالي 32.75 % و 34.30 % من متوسط الأمطار السنوي.

كما تعتبر الفترة الممتدة من بداية ديسمبر إلى نهاية ماي فترة الجريان السطحي الغزير يتميز بتردد الفيضانات والسيول الغزيرة ، بلغ الجريان السطحي خلالها 21.01 ملم أي ما يعادل 78.82% من متوسط الجريان السطحي السنوي منها 9.7 ملم خلال فصل الشتاء و 11.31 ملم خلال فصل الربيع.

في حين يمثل كل من فصل الخريف والشتاء فترة التعرية النشطة في الحوض ، حيث ساهمت أمطار نهاية الخريف الفجائية وأمطار فصل الشتاء المركزة في نقل أكبر قيمة للحمولة الصلبة قدرت خلالها الحمولة الصلبة النوعية بـــ 247.63 طن/كلم^2 منها 186.22 طن/كلم^2 خلال فصل الخريف و61.41 طن/كلم^2 في فصل الشتاء أي ما يعادل على التوالي 68.62 % و 22.63 % من المعدل السنوي للحمولة الصلبة النوعية.

جدول رقم 30 : التغيرات الفصلية للأمطار والجريان السطحي والحمولة الصلبة النوعية

للفترة (1974-1983/1975-1984)

المتغيرات \ الفصل		الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف	السنة
الأمطار	ملم	113.475	142.623	149.346	30.034	435.478
	%	26.057	32.750	34.294	6.896	100
الجريان السطحي	ملم	3.669	9.699	11.307	1.974	26.649
	%	13.767	36.395	42.429	7.407	100
الحمولة الصلبة النوعية	ملم	186.222	61.41	16.276	7.486	271.391
	%	68.617	22.627	5.997	2.758	100

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية(الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

من خلال العلاقة بين الحمولة الصلبة النوعية السنوية والحمولة الصلبة النوعية لفصلي الخريف والشتاء نجد معامل الإرتباط يقدر بـــ 0.99 أي أن تغيرات الحمولة الصلبة النوعية السنوية تتأثر بنسبة 99.63 % بتغيرات الحمولة الصلبة النوعية لفصلي الخريف والشتاء.

ولتحديد خصائص كل فصل على حدى وما مدى مساهمته في التقهقر النوعي للحوض ومعرفة العامل المؤثر في حدة التعرية النتائج المحصل عليها كالتالي:

- قدر معامل الإرتباط الخطي بين الحمولة الصلبة النوعية السنوية والحمولة الصلبة النوعية لفصلي الخريف والشتاء (كلاهما على حدى) بـــ 0.99 و 0.16 على التوالي ، أي أن الحمولة الصلبة النوعية لفصل الخريف تساهم بنسبة 98.78 % في الحمولة الصلبة النوعية السنوية (شكل رقم 26).

- تتأثر الحمولة الصلبة النوعية لفصل الخريف بتغيرات الأمطار أكثر من تأثرها بتغيرات الجريان السطحي (شكل رقم 27) ، كما تدل عليه قيم معامل الإرتباط الخطي بين الأمطار والحمولة الصلبة النوعية الفصلية الذي قدر بـــ 0.93 ، أي أن أمطار هذا الفصل المتميزة بالهجومية المرتفعة بسبب قوة شدة الأوابل قصيرة المدة ومع عدم وجود غطاء نباتي كافي ساهمت بنسبة 86.74 % في تغيرات الحمولة الصلبة النوعية(شكلي رقم28-29).

5-3- التغيرات الشهرية:

تعتبر الفترة الممتدة من نوفمبر إلى ماي الفترة المطيرة بمعدل 7 أشهر/سنة والفترة الممتدة من ديسمبر إلى أفريل فترة الجريان السطحي الغزير بمعدل 5 أشهر/سنة والفترة المتمثلة في شهر نوفمبر وفيفري فترة التعرية النشيطة بمعدل شهرين/سنة (شكل رقم 30) ، يوضح هذا مدى ارتباط تركيز ديناميكية التعرية وبانتظام بتغيرات كميات الأمطار والجريان السطحي خلال شهري نوفمبر وفيفري ، كما يبرز مدى تأثير أمطار فصل الخريف وبالخصوص الأمطار الإستثنائية الواقعة في شهر نوفمبر سنة (76-77) وبالتحديد
يوم 20 نوفمبر1976 على تعرية ونقل المواد الصخرية بانتظام من السفوح إلى مجاري الأودية.
وصل خلالها الحجم الصلب المنقول إلى 6822.35 طن ، ما يعادل حمولة صلبة قدرت بـــ 1282.40 طن/كلم^2
أي بنسبة 70.32 % من الحمولة الصلبة النوعية لشهر نوفمبر.
وترجع بداية ارتفاع كميات التكوينات الصخرية المنقولة خلال هذا الشهر من السنة والمقدرة
بـــ 1823.45 طن/كلم^2 إلى مرور فترة جافة دامت 5 أشهر سمحت بتوفر الكثير من التكوينات الصخرية السطحية الدقيقة بالمناطق الزراعية المختلفة خاصة بالقسم العلوي لوادي الرمال (نطاق السهول العليا) الذي تغطيه تكوينات الزمن الرابع ذات الخصوبة المتميزة والتي تقوم عليها زراعة الحبوب والخضروات بالإضافة إلى تزامن هذه الفترة مع حملة الحرث بهذه المناطق مما يساعد على تحريك المواد الصخرية السطحية وتفكيكها وتهيئتها لاستقبال الأمطار مما يؤدي أيضا إلى سهولة نقلها وإيصالها إلى مجاري الروافد والأودية بواسطة المياه الجارية السطحية خلال شهر نوفمبر.

هذا ما أثبتته بوضوح مختلف العلاقات الإرتباطية المنجزة والتي أفرزت عن مدى ارتباط تغيرات الحمولة الصلبة النوعية الشهرية بتغيرات الأمطار أكثر من ارتباطها بتغيرات الجريان السطحي بعلاقة لوغاريتمية حيث قدر معامل الإرتباط بـــ 0.62 (شكلي رقم 31-32).
كما بينت العلاقة الإرتباطية بين الحمولة الصلبة النوعية والأمطار القصوى اليومية لمحطة عين الباي خلال شهر نوفمبر عن وجود إرتباط قوي جدا قدر بـــ 0.99 والذي يؤكد عن مدى إرتباط الحمولة الصلبة النوعية بالقيم القصوى للأمطار (شكل رقم 33).
ويتضح من خلال تتبع تغيرات الحمولة الصلبة النوعية التأثير الكبير لديناميكية التعرية لشهر نوفمبر في التغيرات السنوية والفصلية ، وقد تتضح بدقة أكثر سمات مختلف ميكانيزمات التعرية عند دراسة تغيرات الحمولة الصلبة وعلاقاتها بتغيرات الجريان السطحي خلال فترة السيول التي اجتاحت حوض وادي الرمال في فترات مختلفة من السنة.

5-4- تغيرات الحمولة الصلبة النوعية خلال فترات الفيضانات:

لتوضيح بصورة أدق تغيرات الحمولة الصلبة العالقة وعلاقاتها بالتغيرات اليومية واللحظية للتدفق خلال فترات الفيضانات اعتمدنا على نماذج من الفيضانات المسجلة عند محطتي القرارم ووادي العثمانية بهدف إبراز التغيرات المجالية لنسبة التعكر نظرا للإختلافات الكبيرة بين التكوينات الصخرية المشكلة لتضاريس الحوض.
تعبر هذه التغيرات عن 3 فصول مهمة لكل منها مميزات خاصة في تغيرات تدفق الصبيب والتركيز (شكل رقم 34).

5-4-1- فيضان فصل الخريف:

يمثل نوع من الفيضانات المركزة والعنيفة التي تحدث في بداية فصل الخريف بسبب الأمطار العنيفة قصيرة المدة التي تزيد شدتها عن 30 ملم/سا.

- فيضان نهاية سبتمبر وبداية أكتوبر 1986 عند محطة القرارم:

سجل خلال شهري سبتمبر وأكتوبر تساقط للأمطار قدر على التوالي بـــ 37.7 و 43.1 ملم ، وصلت خلالها القيم القصوى اليومية إلى 16.4 و 14.7 ملم عند محطة عين الباي.
إرتفاع المنحنى في ذروتين راجع للأمطار العنيفة والمتعاقبة قصيرة المدة ، يلاحظ خلالها عدم وجود توافق زمني بين تغيرات تدفق الصبيب والحمولة الصلبة العالقة.

بدأت قيم تدفق الصبيب والحمولة الصلبة العالقة في الإرتفاع ما بين 29 سبتمبر و 7 أكتوبر وما بين 8 و 12 أكتوبر 1986.

حيث بلغت في الإرتفاع الأول للمنحنيين Q = F(t) و C = F(t) من 1.68 م^3/ثا إلى 27 م^3/ثا ومن 0.16 غ/ل إلى 23.82 غ/ل ، أما الإرتفاع الثاني كان أقل حدة من الأول ، من 5.33 م^3/ثا إلى 10.07 م^3/ثا ومن 0.21 غ/ل إلى 18.88غ/ل.

بالنسبة للذروة الأولى للمنحنى C = F(t) ، تسجيل أقصى قيمة للحمولة الصلبة العالقة كان بعد 24 ساعة من تسجيل أقصى تدفق للصبيب ، نظرا لعدم بلوغ أمطار تلك الفترة شدات قصوى كافية لتفكيك التجمعات الجافة لحبيبات التربة.

أما في الذروة الثانية تسجيل أقصى تدفق للصبيب رافقه انخفاض في الحمولة الصلبة العالقة راجع لكون المياه الجارية السطحية خلال الأيام الأولى للفيضان جرفت نسبة من التكوينات خاصة تكوينات الزمن الرابع والميوبليوسان.

5-4-2- فيضان فصل الشتاء:

حدث في أوائل الفصل ، وهي فترة تشبع التكوينات السطحية نتيجة لتوفر الرطوبة السابقة للتربة منذ شهر سبتمبر.

- فيضان شهر جانفي 1985 عن محطة القرارم:

سجل منحنى العلاقة C = F(t) تذبذبا كبيرا في قيمه بسبب الأمطار العنيفة المترددة والمتعاقبة يوميا ابتداءا من 1 إلى 13 جانفي 1985.

بلغت كمية الأمطار خلال هذا الشهر 67.8 ملم ، وصلت أقصى قيمة يومية إلى 12.7 ملم مسجلة عند محطة عين الباي.

بلغ تدفق الصبيب أقصاه يوم 1 جانفي 1985 قدر بـــ 651.6 م^3/ثا رافقته أقصى قيمة للحمولة الصلبة العالقة بـــ 32 غ/ل ، مما سمح بنقل 338.63 طن/كلم^2 من الرواسب ، وهي قيمة مهمة جدا مقارنة مع متوسط الحمولة الصلبة للفترة (74-75/83-84) والمقدرة بـــ 271.391 طن/كلم^2/سنة.

وتناقصت خلال اليوم الموالي قيم التدفق بشكل محسوس إلى 7 جانفي حيث بلغت 52.18 م^3/ثا لترتفع في اليوم الموالي ثم بعدها تنخفض بالرغم من الإنخفاض المسجل في تدفق الصبيب إلا أن قيم الحمولة الصلبة العالقة ترتفع بقيم متباينة كل يومين تقريبا ، راجع للتشبع الكبير للتربة ذات النسيج الحبيبي (الطين والمارن) المشكلة للسفوح ضعيفة التغطية بسبب الأمطار الطويلة المنتظمة والمستمرة.

- فيضان شهر فيفري 1984 عند محطة وادي العثمانية:

بلغت كمية الأمطار لشهر فيفري 59.6 ملم ، وصلت أقصى قيمة إلى 25.1 ملم عند محطة بلاعة ، كما قدرت خلاله كمية الجريان السطحي بـــ 4.818 ملم.

لا يوجد توافق في الزمان بين أقصى قيمة للتدفق وأقصى قيمة للحمولة الصلبة العالقة ، سجل هيدروغرام الفيضان أقصى ذروة له يوم 12 فيفري بصبيب قدره 7.603 م^3/ثا كما سجلت أقصى قيمة للحمولة الصلبة العالقة قبل ذروة الهيدروغرام بـــ 5 أيام وقدرت بـــ 3 غ/ل.

ترتفع قيم الحمولة الصلبة العالقة بالرغم من ثبوت وانخفاض قيم تدفق الصبيب نتيجة تشبع السفوح لتوفر الرطوبة السابقة للتربة.

3-4-5- فيضان فصل الربيع:

أهم ما يميز فصل الربيع هو تنوع أشكال التعرية المائية والحركات الكتلية نظرا للتشبع الكبير للتكوينات المارنية والطينية الميوبليوسينية والكريتاسية بمياه أمطار الشتاء الغزيرة المتواصلة خلال أكثر من 3 أشهر.

- فيضان شهر أفريل 1979:

تميزت سنة (78-79) بالرطوبة سجل خلالها كميات من الأمطار والجريان السطحي تفوق المتوسط السنوي بنسبة 0.40 % و 33.79 % على التوالي في حين سجلت الحمولة الصلبة النوعية تناقص قدر بـــ 15.72 % بالنسبة للمتوسط السنوي.

على المستوى الفصلي وصلت نسبة الأمطار والجريان السطحي والحمولة الصلبة النوعية لفصل الربيع 1979 على الترتيب 44.23 % و 70.34 % و 83.98 %.

بلغت كمية الأمطار خلال شهر الفيضان 142 ملم تشكل نسبة 32.48 % ، أما الجريان السطحي والحمولة الصلبة النوعية فيبلغان على التوالي 18.597 ملم بنسبة 52.16 % و 107.391 طن/كلم^2 بنسبة 81.97 % ما يشكل بالنسبة للمجموع الفصلي على التوالي 73.43 % و 74.16 % و 97.61 %.

يوضح منحنى الفيضان الإرتفاع التدريجي لكمية التدفق ونسبة التعكر ابتداءا من 11 أفريل إلى غاية 16 أفريل ، خلال هذا اليوم سجل أقصى تدفق للصبيب في حين لم يرافقه أقصى تركيز ، سجل في محطة وادي العثمانية أقصى تركيز بعد يوم من الفيضان أما عند محطة القرارم فكان قبل يوم الفيضان.

إنخفاض الحمولة الصلبة العالقة بالرغم من بلوغ التدفق أقصاه راجع لكون المياه الأولى للفيضان ساهمت في نقل نسبة كبيرة من التكوينات.

وبعد 16 أفريل إرتفاع الحمولة الصلبة العالقة غير مرتبط بنظام التدفق بقدر ما هو مرتبط بوجود حركات كتلية بالحوض قريبة من المجرى الرئيسي نتيجة التشبع التام للتكوينات السطحية ، تكوينات الطين والمارن ذات النسيج الحبيبي إضافة إلى وجود الإنحدارات الشديدة في القسم الشمالي للحوض المساعدة كثيرا على حركة المواد الصخرية على السفوح ووصولها بسرعة وسهولة إلى السرير النهري.

سجل يوم الفيضان 16 أفريل 1979 إرتفاع نسبة تدفق الصبيب من محطة وادي العثمانية إلى محطة القرارم على عكس نسبة التركيز التي تتناقص من محطة وادي العثمانية إلى محطة القرارم ، لتوضيح هذا أكثر من الأحسن الإنتقال إلى سلم زمني أدق (سلم لحظي) قصد تحليل وشرح العامل المتسبب في ذلك.

5-5- التغيرات اللحظية: فيضان 16 أفريل 1979:

سجلت محطتي وادي العثمانية والقرارم على التوالي أقصى تدفق للصبيب قدر بـــ 4.8 م^3/ثا على الساعة 17سا ، وبـــ 600 م^3/ثا على الساعة 14سا ، يعود هذا بالدرجة الأولى إلى شدة الأمطار الهجومية قصيرة المدة وتوزيعها المجالي.

إذ ترتفع كمياتها و مدة ترددها كلما اتجهنا من جنوب إلى شمال الحوض ، سجل جهاز البليفيوغراف خلال هذا اليوم عند محطة حامة بوزيان 11 قياس في حين سجلت محطة شلغوم العيد 7 قياسات ومحطة وادي سقان قياسين ، قدرت خلالها كمية الأمطار بـــ 100 ملم و 41.4 ملم و 20.6 ملم على التوالي.

تمثل هذه الأخيرة العامل الأساسي في التعرية لأن تركز الأمطار في ساعات قليلة وبكمية وفرة يقلل من زمن تسرب المياه الجارية في التربة مما يتولد عنه زيادة في كثافة الجريان السطحي ، تسبب هذا في نقل حمولة صلبة عالقة قدرت قيمها القصوى بـــ 8غ/ل على الساعة 10سا عند محطة القرارم و 19غ/ل على الساعة 14سا عند محطة وادي العثمانية (شكل رقم 35) ، كما سجل بليفيوغراف محطتي حامة بوزيان وشلغوم العيد خلال هذين اللحظتين شدة متوسطة للأمطار قدرت بـــ 0.21 ملم/سا و1.92 ملم/سا على التوالي ، من هنا يتضح أن شدات الأمطار تكون مرتفعة في الجنوب مقارنة بالشمال ، يفسر هذا الكمية المرتفعة للحمولة الصلبة العالقة المفقودة عند محطة وادي العثمانية مقارنة بالكمية المفقودة عند محطة القرارم بسبب التأثير المباشر لقطرات المطر على السفوح المتشكلة أساسا من تشكيلة الزمن الرابع والميوبليوسان ضعيفة التغطية.

كما يدل عدم التوافق الزمني ما بين القيم القصوى لتدفق الصبيب والحمولة الصلبة العالقة على وجود رطوبة سابقة للتربة ، فبمجرد سقوط الأمطار نقلت حمولة صلبة عالقة بالرغم من عدم بلوغ الصبيب السائل أقصاه.

6- تقييم الحمولة الصلبة النوعية بواسطة المعادلات النظرية العالمية:

إن الهدف من دراسة التعرية المائية في الحوض التجميعي لوادي الرمال هو معرفة الحمولة الصلبة النوعية المنقولة ، ومقارنة نتائج هذه المعادلات مع نتيجة القياس على مستوى المحطة الهيدرومترية ، واعتمدنا في ذلك على ثلاث معادلات نظرية هي:

معادلة Fournier ، Tixeront ، Tixeront-Sogreah على مستوى الحوض التجميعي الكلي ، وعلى مستوى الحوض الجزئي لوادي الرمال عند محطة وادي العثمانية.

6-1- معادلة (Fournier., 1960):

تطبق هذه المعادلة لتقدير خسارة التربة اعتمادا على معامل التضرس (CO) ومعامل وفرة الأمطار P^2/P وتحسب بواسطة المعادلة التالية: $LogE = 2.65LogP^2/P + 0.46Log\overline{H}tga - 1.56$

حيث :

E: نسبة التقهقر النوعي (طن/كلم^2/سنة).

P^2/P : معامل وفرة الأمطار « Fournier » وهو عبارة عن النسبة بين مربع كمية أمطار الشهر المطير ومجموع أمطار السنة (ملم).

$\overline{H}tg\alpha$: معامل التضرس (CO) وهو عبارة عن حاصل ضرب متوسط الإرتفاع $\overline{H}$ وظل الزاوية α (tgα) الذي يمثله الفارق بين متوسط الإرتفاع وأدنى إرتفاع من جهة ومساحة الحوض (كلم^2) من جهة ثانية.

6-2- معادلة (Tixeront., 1960):

إعتمدت أعمال « Tixeront » على معطيات 32 حوض في الجزائر و 9 أحواض في تونس منها 4 أحواض مجهزة بسدود مخزنة ، تتراوح مساحتها ما بين (90 – 22300 كلم^2) بالنسبة لسلسلة معطيات تتراوح ما بين (2-22 سنة) سمحت له بضبط ثلاث معادلات لحساب التقهقر النوعي حسب الأقاليم التالية:

* أحواض تونس: $A = 354\ Le^{0.15}$
* أحواض الشرق الجزائري: $A = 92\ Le^{0.21}$
* أحواض الوسط الجزائري: $A = 2000\ Le^{0.21}$

حيث:

A : نسبة التقهقر النوعي (طن/كلم^2/سنة).

Le: معدل الصفيحة الجارية السنوية بـــ (ملم).

6-3- معادلة (Tixeront – Sogreah., 1969):

شركة أخذت مشاريع كثيرة في الجزائر ، إعتمدت على معطيات 27 حوض جزائري منها 16 حوض مجهز بسد ، تتراوح مساحتها ما بين (90 – 22300 كلم^2).

يتم تقدير التقهقر النوعي على أساس الصفيحة المائية الجارية ودرجة نفاذية الأحواض وتكون وفق المعادلة التالية : $A = \alpha Le^B$

حيث :

A : نسبة التقهقر النوعي (طن/كلم^2/سنة).

Le : معدل الصفيحة الجارية السنوية بـــ (ملم).

B : ثابت ويساوي 0.15.

α : ثابت تجريبي ، يتغير حسب درجة نفاذية الأحواض والجدول الموالي يوضح ذلك.

جدول رقم 31 : رتبة نفاذية الأحواض حسب O.R.S.T.O.M.

رتبة النفاذية	المعادلة
نفاذية عالية	$A = 8.5\ Le^{0.15}$
نفاذية متوسطة إلى عالية	$A = 75\ Le^{0.15}$
نفاذية ضعيفة إلى متوسطة	$A = 350\ Le^{0.15}$
نفاذية ضعيفة	$A = 1400\ Le^{0.15}$
نفاذية منعدمة	$A = 3200\ Le^{0.15}$

جدول رقم32 : نتائج الحمولة الصلبة النوعية المحسوبة ومقارنتها بالمقاسة

المحطة	الحمولة الصلبة النوعية المقاسة (طن/كلم^2/سنة)	الحمولة الصلبة النوعية المحسوبة								
		معادلة Fournier			معادلة Tixeront			معادلة Tixeront- Sogreah		
		القيمة	الفارق		القيمة	الفارق		القيمة	الفارق	
			طن/كلم^2/سنة	%		طن/كلم^2/سنة	%		طن/كلم^2/سنة	%
القرارم	271.391	5705.16	5433.77	2002.20	183.31	-88.08	32.46	122.72	-148.67	54.78
وادي العثمانية	-	3061.96	-	-	146.74	-	-	104.68	-	-

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية (الجزائر العاصمة)+معالجة الباحثة.

أعطت معادلة "Fournier" حمولة صلبة نوعية بعيدة جدا عن القيمة المحصل عليها عن طريق القياس ، حيث قدرت الحمولة الصلبة النوعية المقاسة بـــ271.391 طن/كلم^2/سنة عند محطة القرارم ، أما المحسوبة كانت

5705.16 طن/كلم^2/سنة بفارق قدره 5433.77 طن/كلم^2/سنة وبنسبة 2002.20 % ، كما أعطت 3061.96 طن/كلم^2/سنة عند محطة وادي العثمانية.

إرتفاع نتيجتي التقدير راجع إلى ارتفاع قيم المؤشر الأوروغرافي(CO) ومعامل وفرة الأمطار P^2/P.

كما أن الحمولة الصلبة النوعية المقاسة لا تعبر إلا على كمية المواد العالقة بينما المحسوبة تشمل المواد المنقولة عن طريق النقل القعري والتعرية الريحية والمواد المذابة والمواد العالقة.

مقارنة نتائج معادلتي « Tixeront » و «Tixeront-Sogreah» تؤكد على أن قيمة الحمولة الصلبة النوعية المقاسة عن طريق معادلة «Tixeront» أقرب من الحمولة الصلبة النوعية المقاسة حيث قدرت بـــ 183.31 طن/كلم^2/سنة بفارق قدره 88.08 طن/كلم^2/سنة وبنسبة 32.46 %.

أما بالنسبة لنتائج التقييم في الحوض الجزئي لوادي الرمال عند محطة وادي العثمانية ونظرا لعدم معرفة الحمولة الصلبة النوعية المقاسة ، وبعد مقارنة النتائج المحصل عليها مع نتيجة دراسة (Binnie and partners., 1988) التي تتراوح من (200- 300 طن/كلم^2/سنة) إتضح أن نتيجة معادلة « Tixeront » قريبة من الحدود السفلى لهذه الدراسة.

قدر متوسط الحمولة الصلبة النوعية عند محطة القرارم بـــ 271.391 طن/كلم2/سنة.

كما أظهرت دراسة تغيرات الحمولة الصلبة النوعية وعلاقاتها بتغيرات الأمطار والجريان السطحي كثيرا من التباينات على مستوى العلاقات الإرتباطية للمتغيرات المذكورة.

فعلى مستوى التغيرات السنوية أبرزت مختلف العلاقات الإرتباطية ، قصور كميات الجريان السطحي في تفسير تغيرات الحمولة الصلبة النوعية التي أظهرت إرتباطات قوية مع تغيرات كميات الأمطار القصوى.

أما على مستوى التغيرات الفصلية فإن ديناميكية التعرية المائية تصل أقصاها خلال فصل الخريف إذ تساهم بنسبة 98.78 % في الحمولة الصلبة النوعية السنوية.

إرتباط تغيرات الحمولة الصلبة النوعية لفصل الخريف بتغيرات الأمطار القصوى اليومية لنفس الفصل أكثر من إرتباطها بتغيرات الجريان السطحي.

على مستوى التغيرات الشهرية تتركز ديناميكية التعرية المائية خلال شهري نوفمبر وفيفري كما ترتبط تغيرات الحمولة الصلبة الشهرية بتغيرات الأمطار الشهرية أكثر من إرتباطها بتغيرات الجريان السطحي.

كما تساهم الأمطار القصوى اليومية لشهر نوفمبر بنسبة 98.03 % في تغيرات الحمولة الصلبة النوعية لنفس الشهر.

يرتبط نقل أكبر كمية من الحمولة الصلبة النوعية خلال فترات الفيضانات ، حيث تشكل خطر كبير في توحل السدود يتعدى الخطر المسجل على مستوى قيمها الشهرية ، الفصلية ، السنوية بسبب الأمطار ذات الشدات القوية إذ سجل أنه خلال فيضان 16 أفريل 1979 تشارك الحمولة الصلبة النوعية بـــ 44 طن/كلم^2 أي ما يعادل 41 % من معدل الحمولة الصلبة النوعية لشهر أفريل.

سمح تقدير الحمولة الصلبة النوعية بالمعادلات النظرية باختيار معادلة «Tixeront» والإعتماد عليها مستقبلا في تقدير الحمولة الصلبة النوعية عند انعدام القياسات الميدانية أثناء إنجاز مشاريع التهيئة.

خــلاصـــة الفصــل الثــانـــي:

أثبتت الخصائص الفيزيائية-الجغرافية والمناخية لحوض وادي الرمال حقيقة وجود وسط فيزيائي هش لعمليات التعرية المائية والتي كان لها أثر كبير على نظام الجريان السطحي.

يبين التحليل الإحصائي للجريان السطحي والحمولة الصلبة العالقة:

- عدم الإنتظام المجالي والزمني لنظام الجريان السطحي ، إذ يتميز فصل الربيع بتسجيله أقصى قيم للصبيب بعد تشبع التكوينات السطحية.

أوضحت القيم القصوى للصبيب خلال الفيضانات مدى وفرة الموارد المائية السطحية ومدى أهمية أحجام المواد الصلبة المنقولة نتيجة تعرية السفوح.

- عدم الإنتظام المجالي والزمني للحمولة الصلبة النوعية.

كما أسفرت النتائج المحصل عليها أن ميكانيزم التعرية في هذا الحوض مرتبط بالقيم القصوى للأمطار، خاصة أمطار شهر نوفمبر التي سمحت بنقل حمولة صلبة قدرها 1823.45 طن /كلم^2 ومدى مساهمتها في التغيرات الفصلية والسنوية.

كما أن أحسن فهم وإدراك للحمولة الصلبة العالقة يتم خلال فترات الفيضانات لكونها أهم فترة يحدث فيها نقل أحجام هامة من التربة ، حيث تبين أن الحمولة الصلبة العالقة القصوى اللحظية ليوم 16 أفريل 1979 تفوق الحمولة الصلبة العالقة لنفس اليوم بنسبة 19.37 % عند محطة وادي العثمانية وبنسبة 18.75 % عند محطة القرارم ، كما ساهمت تغيرات الحمولة الصلبة النوعية لنفس اليوم المسجلة عند محطة القرارم بـــ 41 % في تغيرات الحمولة الصلبة النوعية لشهر أفريل.

مما يوحي بدرجة خطورة ظاهرة التعرية المائية وأثرها على توحل السدود وتناقص الموارد المائية المعبأة في الحوض إلى غاية موقع سد بني هارون.

مقدمـــة:

بعد تحليل الخصائص الطبيعية للحوض ، و معرفة مدى تأثيرها على النظام المائي و تعرية سطح الأرض في الفصل الأول ، ثم تكميم الإمكانيات المائية السطحية والنقل الصلب في الفصل الثاني ، نحاول في هذا الفصل:

* دراسة الموارد المائية السطحية المعبأة من خلال معرفة منشآت التعبئة المنجزة داخل الحوض إلى غاية موقع سد بني هارون.

* توضيح العوائق التي تتلقاها.

* تكميم الحجم المائي المعبأ.

* تقييم حجم التوحل السنوي المتوضع في بحيراتها و مدى تأثيره على هذه المنشآت من خلال تناقص سعتها التخزينية و الأضرار التي يلحقها.

و أخيرا نتطرق إلى طرق المكافحة ضد ظاهرة التوحل و حماية الموارد المائية من الضياع.

I- منشـــآت التعبئـــة والمـــوارد المائيـــة السطحيـــة المعبـــأة في الحـــوض:

تمثل الموارد المائية السطحية التي يستقبلها الحوض التجميعي مورد طبيعي هام لا يمكن الإستغناء عنه ، فهي ضرورية جدا للتطور الإقتصادي و الإجتماعي للمنطقة.

يستقبل الحوض الجزئي لوادي كبير الرمال عند سد بني هارون صفيحة تساقط متوسطة سنوية قدرها 744 ملم ، مع حجم جاري قدره 435 هم^3/سنة (L'ANB بني هارون).

مما تطلب البحث عن سبل المحافظة عليها من الضياع بإنشاء سدود مخزنة لاستعمالها في متطلباتنا المتعددة (شرب ، صناعة ، سقي).

من هذا المنطلق فمن الضروري جدا دراسة مختلف المنشآت الهيدروليكية لتعبئة الموارد المائية السطحية في هذا الحوض و معرفة مدى توافقتها مع الوسط.

تتنوع هذه المنشآت حسب سعتها التخزينية إلى سدود كبرى ، سدود متوسطة ، سدود ترابية.

1- معايير تصنيف السدود في الجزائر والمغرب:

السد عبارة عن خزان إصطناعي ينجز على مستوى الحوض التجميعي لتخزين المياه السطحية و ذلك بحجز مياه الأودية.

تتميز السدود الترابية عن السدود (الكبرى ، المتوسطة) بـــ:

- حاصل قسمة مساحة الحوض و مساحة البحيرة يساوي 50 بالنسبة للسدود الترابية و يساوي 20 للسدود الكبرى(*).
- إرتفاع الحاجز لا يتعدى 15(*)م.
- الحجم المائي في مستواه العادي يتراوح من 50.000 م^3 إلى 1 مليون(*)م^3.
- إنشائها لا يستوجب شروط مهمة مثل ماهو معمول به في السدود الكبرى ، الذي يتطلب وجود خانق عند اختيار الموضع الطبوغرافي.
- إختيار موضع قريب من المساحات المسقية و ذلك للتقليل من قنوات جلب المياه.
- تقنية البناء لا تتطلب خبرة كبيرة و قد تستغل الأيدي العاملة المحلية.
- التكلفة ضعيفة و التنفيذ يكون سريع.
- المياه المخزنة توجه للسقي الزراعي بالدرجة الأولى.

(*): Guide Maghrebin ., Mai 1987 : pour l'execution des études et des travaux de Retenues collinaires.

2- أنواع السدود ومميزاتها في الحوض:

جهز حوض وادي الرمال بسدين كبيرين ، سدي بني هارون وحمام قروز ، وسد متوسط سد بارلا ، بالإضافة إلى 31 سد ترابي (خريطة رقم 17).

2-1- السدود الكبرى:

ذات أثر كبير في تحقيق التطور الإقتصادي والإجتماعي للحوض بكونها خزانات إصطناعية تسمح بتلبية حاجيات الحوض من الشرب ، الصناعة ، كما ستشكل على المدى البعيد تهيئة ناجحة من خلال نظام تعبئة وتحويل المياه لسد بني هارون شمال – جنوب لسد التفاوت الجهوي للماء.

*** سد بني هارون:**

- الموقع:

يقع سد بني هارون على وادي الكبير في الجهة الأمامية لخانق بني هارون على بعد 4 كلم شمال نقطة التقاء وادي الرمال مع وادي النجاء ، يسمح بتخزين المياه المنتجة في حوض تبلغ مساحته 7725 كلم^2.

- أهداف السد:

قدرت سعة تخزين سد بني هارون للماء بـــ 997.9 هم^3 لتزويد كل من مدن باتنة ، خنشلة ، ميلة ، أم البواقي ، قسنطينة ، جيجل (منطقة الميلية) ، إنطلاقا من سدود بني هارون (ميلة) ، واد العثمانية (ميلة) ، تيلزردان (أم البواقي) ، كدية مداور (باتنة) ، بوسيابة (جيجل).
تسمح مجمل الموارد المائية لهذا السد بمواجهة الحاجيات بالمياه الصالحة للشرب والصناعة (310.6 مليون م^3 سنويا للولايات الستة المعنية في آفاق 2030) ، وبسقي مساحات زراعية جديدة (223 مليون م^3 سنويا من بين مساحة إجمالية قدرها 38800 هكتار).

- الخصائص التقنية للسد:

الحاجز:

يشكل سد بني هارون أكبر منشأة ري جزائرية بالخرسانة المدكوكة و قد استعملت هذه التقنية الجديدة لأول مرة في الجزائر بحجم قدره 1.800.000 م^3 من الخرسانة المدكوكة ، لذا فإنه يملك الرقم القياسي العالمي في هذا المجال ، مع ارتفاع كلي قدره 216.3 م ، و بطول 714 م ، و عرض 8 م.

الحويضة:

تقع حويضة السد في منطقة جيومورفولوجية تسمى بالإنخفاض الميوسيني القسنطيني ، تضم تكوينات هشة ، متكونة أساسا من التوضعات النهرية المنتشرة على سرير الواد و كذلك المصاطب النهرية المختلفة و توضعات السفوح الناتجة عن تعرية الطبقات الطينية للميوسين.

الركيزة متكونة أساسا من توضعات قارية يتراوح عمرها بين الميوسان المتوسط و العلوي ، و من مواد أخرى يختلف عمرها من الإيبوسان إلى الترياس ، تتميز المنطقة بحركات تكتونية كبرى أهمها الإنكسار التراكبي لسيدي مروان و هو جزء من بنية تكتونية جد هامة.

مفرغ الفيضان:

يبلغ طوله 11400 م ، يسمح بمرور صبيب أقصى (13700 م^3/ثا) ، كما تصل المياه في الخزان إلى مستواها الأقصى عند ارتفاع 214.8 م.

المصرف النصف قاعدي:

يتشكل من قناتين موجودتين في الجهة اليمنى بجانب مفرغ الفيضانات.

موجود على ارتفاع 140 م ، و له قدرة تفريغ قصوى تعادل 700م^3/ثا ، يعمل على إنقاص مستوى المياه حتى ارتفاع 140 م أثناء الفيضانات العنيفة و التحكم في صعود المياه أثناء عملية تعمير الخزان و التقليص من حجم التوحل عند وصوله لمستوى المصرف على المدى البعيد.

- العوائق المرتقبة بعد الإنجاز:

بالرغم من الأهمية الكبيرة التي يحتلها هذا السد إلا أنه معرض للعديد من الأخطار قبل بداية استغلاله من بينها:

- عدم إستقرار السد نتيجة البنية الجيولوجية المعقدة (وجود مناطق إنكسار).
- عدم إستقرار سفوح الحويضة لوجود إنزلاقات يتعدى حجمها 20 مليون م^3 حسب مكتب الدراسات Harza أهمها إنزلاق سيباري على الضفة اليمنى للسد و الذي يزيد من سرعة توحل البحيرة.
- تسرب الماء بعد امتلاء البحيرة نتيجة ذوبان الجبس في الماء هذا الأخير يسبب ملوحة للماء المخزن.
- التلوث الكبير للمياه.

*** سد حمام قروز:**

- الموقع:

يقع على وادي الرمال ، على بعد 15 كلم جنوب مدينة واد العثمانية و بـــ 45 كلم في الغرب جنوب غرب قسنطينة ، يتواجد في خانق جبل قروز المشكل من الكلس القديم الذي يعود إلى زمن Cenomaniens، يسمح بتخزين مياه حوض مساحته 1133 كلم^2.

- أهداف السد:

إنطلقت بداية إستغلال السد في 1 مارس 1987 ، قدرت سعة تخزينه للمياه بـــ 45 هم^3 في حويضة ذات مساحة 4.5 كلم^2 لتزويد سكان مدينة قسنطينة بالمياه الصالحة للشرب.

- الخصائص التقنية للسد:

الحاجز:

سد حمام قروز منجز من الإسمنت ، يبلغ إرتفاعه الأقصى 50 م و طوله عند القمة 217 م ، يحتوي جسم السد (الحاجز) على مفرغات العمق و أنابيب المآخذ ، وجود ثلاثة على ارتفاعات مختلفة 722.5 م، 716.5 م، بقطر 1000 ملم لضمان تفريغ سعة قصوى قدرها 2.5 م^3/ثا.

الحويضة:

عبارة عن تراكم رواسب حديثة (الميوسان) الغير نفوذة ، مكونة أساسا من الطين الكلسي.

مفرغ الفيضان:

يوجد في السطح عند قمة السد الرئيسي طوله 30 م ، يسمح بتفريغ صبيب قدره 4150 م^3/ثا.

مصرف العمق:

قدر قطر القناة 1600 ملم ، تتواجد في القسم العلوي من مصرف العمق.

- عوائق الإنجاز:

يعاني السد حاليا من تسرب الماء عبر ثلاث مناطق بصبيب ضعيف ، منطقة على مستوى 718م و الأخرتين في العمق.

2-2- السدود المتوسطة:

لا تقل أهمية عن السدود الكبرى ، الفرق الوحيد يكمن في سعة الإستعاب التي تكون ضعيفة مقارنة بالسدود الكبرى.

*** سد بارلا:**

- الموقع:

يقع على شعبة رقبة بارلا التي تصب في وادي الرمال ، يسمح بتخزين مياه حوض مساحته 11 كلم^2 ، يتواجد في مكان بروز الكلس في القاعدة ، المغطى في الأعلى بمصاطب رسوبية.

- أهداف السد:

ترجع بداية استغلاله سنة 1989 ، حيث كانت مياهه موجهة لسقي المزروعات خاصة البقول بمساحة 120هكتار، و بعد عملية رفع حاجز السد سنة 1999 بـــ 5 أمتار تغير إرتفاع الحاجز من 13 م إلى 18 م مما زاد من قدرة إستعاب البحيرة للماء بـــ 3.2 هم^3 ، و انطلاقا من جوان 2000 أصبحت مياه هذا السد موجهة لتزويد سكان مدينة قسنطينة بالمياه الصالحة للشرب.

- الخصائص التقنية للسد:

الحاجز:

مكون من تربة متجانسة (طين) بحجم قدره 80000 م^3، يبلغ طوله عند القمة 320 م و عرضه 4 م.

الحويضة:

تتشكل من توضعات طينية هشة في الأعلى و مارن في العمق.

مفرغ الفيضان:

يتواجد في جانب السد ، يسمح بتصريف فيضان إستثنائي بصبيب قدره 17 م^3/ثا.

مصرف العمق:

يتشكل من قناة نصف قطرها 600 ملم ، له قدرة تفريغ صبيب يعادل 3.6 م^3/ثا.

2-3- السدود الترابية:

هي حواجز بسيطة موجودة على بعض الروافد المغذية لوادي كبير الرمال ، يبلغ عددها 31 سد منجز.

نحاول من خلالها معرفة تأثيرها على نظام الجريان السطحي ، و مدى توافقها مع الوسط وفعاليتها في سد العجز المائي و حماية الأراضي من التعرية المائية ، و معرفة العوائق التي تتعرض لها.

- الموقع:

تشغل السدود الترابية مواقع مختلفة داخل الحوض ، كما يتضح من (الخريطة رقم 17) عدم التجانس في توزيعها الذي يعود إلى عدة عوامل أهمها: المناخ ، التضاريس ، التركيب الصخري ، بالإضافة إلى عوامل بشرية و اقتصادية تتعلق بالنشاط التنموي لكل ولاية.

- أهداف السدود الترابية:

إن الهدف الأساسي من وراء إنشاء السدود الترابية هو تلبية حاجيات السقي الزراعي من أجل تحقيق تهيئة هيدروزراعية.

- الخصائص التقنية للسدود الترابية:

الحاجز:

يتكون من تربة متجانسة (طين) ، يختلف حجم الحاجز من سد لآخر، قدر أقصى حجم في سد واد قرقور 60000 م^3 ، وأدنى حجم في سد شعبة القماح 1150 م ، كما أن ارتفاعه لا يتعدى 13.5 م.

الحويضة:

تتميز مواضع الحويضات بتغير كبير في تكويناتها من السهول العليا إلى التل.

تتشكل في السهول العليا من توضعات كلسية ذات النفاذية العالية و المقاومة العالية ، و في التل الشرقي (قسنطينة) من توضعات الحجر الرملي ذات النفاذية العالية و المقاومة العالية ، و في التل الغربي (ميلة) من توضعات المارن- الطين ذات النفاذية الضعيفة و المقاومة الضعيفة.

مفرغ الفيضان:

يكون جانبي يسمح بصرف فيضانات إستثنائية.

مصرف العمق:

يسمح بصرف صبيب يتغير من نطاق إلى آخر ، يصل أقصى صبيب في منطقة السهول العليا 2.5 م^3/ثا (سد قورش 2) و أدناه في النطاق التلي 0.03 م^3/ثا (دار الثلج).

- عوائق الموضع والتسيير:

تعاني السدود الترابية مما يلي:

- الإختيار الغير موفق لمواضع السدود.
- عدم وجود دراسات للإنجاز.
- عدم تشجير الأحواض التجميعية للسدود لمنع حدوث التعرية المائية و بالتالي حدوث ظاهرة التوحل السريع.
- نقص في التجهيز على مستوى السدود كوسائل قياس المطر ، التبخر ، التوحل.
- عدم تشغيل مصرفات العمق.
- إهمال الحواجز و عدم صيانتها نتيجة التشققات التي تظهر بعد كل حادث فيضان.

3- الحجم المائي السطحي المعبأ في حوض وادي كبير الرمال:

سمحت عملية جرد منشآت التعبئة المنجزة في الحوض إلى غاية موقع سد بني هارون بمعرفة الحجم المائي المعبأ و المقدر بـــ 1052.42 هم^3.

و الذي بإمكانه حل مشكل نذرة المياه داخل الحوض بتلبية كل الحاجيات من الشرب ، الصناعة ، الزراعة ، من خلال تطبيق مخطط تهيئة و تحويل المياه من الشمال إلى الجنوب لسد التفاوت الجهوي للماء ، و تحقيق الإكتفاء بالمحافظة الجيدة و التسيير الحسن و المتابعة المستمرة و الإستغلال العقلاني.

إن الحاجة الملحة في توفير حجم مائي هام لتحقيق الإكتفاء تطلبت إنجاز سدود مخزنة (كبرى ، متوسطة ، ترابية).

فبالرغم من أهميتها الكبيرة على المستويين المحلي و الجهوي فهي معرضة لعدة عوائق أهمها (إنهيار الحواجز ، التسرب ، التلوث ، التوحل).

كما تعرف الموارد المائية السطحية المعبأة تناقصا كبيرا في أحجامها بسبب عمليات التعرية المائية التي يشهدها الحوض ، و ما تؤدي إليه من حمولة صلبة تنقلها مياه المجاري إلى بحيرات السدود.

II- التـــوحــــــل وتأثيـــره على المـــوارد المائيـــة السطحيـــة المعبـــأة:

يعتبر التوحل من أخطر المشاكل التي تعاني منها السدود ، يتزامن ظهوره في الجزائر مع بداية الفترة الإستعمارية و مختلف عمليات القطع و الحرق المتبعة على الأراضي ، مما أدى إلى خلق مجالات ضعيفة المقاومة لعمليات التعرية المائية.

تنتج هذه الظاهرة عن قوة عمليات التعرية المائية و ما تؤدي إليه من حمولة صلبة تنقلها مياه المجاري المائية إلى بحيرات السدود صورتي رقم (01 ، 02) ، حيث تسبب تناقص في سعتها التخزينية على المدى القصير و المتوسط و إهمال السدود على المدى الطويل.

شهدت أغلبية السدود الجزائرية تراكم أحجام هامة من الرواسب في بحيراتها حيث تفقد كل سنة من 0.1 إلى 4 % من سعتها التخزينية[1].

مثلا: يعرف سد قدارة توحلا وصل إلى 8.7 % للفترة (1985-1996) ، كما وصلت نسبة التوحل عند سد فرقوق إلى 100 % لنفس الفترة[2].

1- ميكانيزم التوحل:

حسب ما ذكر سابقا في الفصل الثاني ، أن الأحجام الهائلة من الحمولة الصلبة يتم نقلها خلال فترات الفيضانات ، بعدها تترسب ومع مرور الزمن تتصلب وتتطور إلى أحجام صلبة.

للتوضيح أكثر إعتمدنا على حادثة فيضان 25 جانفي 2003 على مستوى سد بني هارون.

حيث بلغ الصبيب الأقصى للفيضان عند بحيرة السد قيمة 2029 م^3/ثا ، كما وصل الصبيب المفرغ الأقصى من طرف مصرف نصف العمق إلى 316 م^3/ثا.

في حين لم يتم تسجيل أي قياس للصبيب الصلب الداخل و الخارج للبحيرة ، لهذا اكتفينا فقط بتوضيح أحجام الرواسب المتوضعة عند بحيرة السد بعد أسبوع من الفيضان (صورة رقم 05).

2- تقييم التوحل:

تحديد كمية الحمولة الصلبة المنقولة إلى بحيرة السد ضروري جدا من أجل تقييم الحجم الميت الذي يعتبر عنصرا محددا في تقدير العمر الإفتراضي للسد.

---

(1), (2) : Nemouchi A ., 1998 : L’envasement des barrages en algérie . Rhumel № 6.

ولمعرفة الأحجام الصلبة المتوضعة في بحيرات السدود نرتكز على نوعين من القياس:

- القياس المباشر لنسب الرواسب في بحيرات السدود (مذكورة سابقا في الفصل الثاني).
- القياس المنجز على مستوى المحطات الهيدرومترية.

2-1- طريقة تعتمد على قياس نسبة تراكم الرواسب في بحيرة السد:

تشمل هذه الطريقة نواتج عملية التعرية المائية المشكلة أساسا من (الطمي ، الرمل الناعم ، الحصى، الحجارة الصغيرة) ، في حين تهمل كل الرواسب التي تم تصريفها في فترات الفيضانات ، حيث يتم قياسها عن طريق جهاز الرفع الباتيمتري.

نظرا لانعدام القياسات الميدانية لتوحل سد حمام قروز المستغل حاليا في الحوض ، أضطررنا إلى تقدير نسب الأحجام الصلبة المتوضعة سنويا في بحيرة السد إنطلاقا من بعض السدود الجزائرية تعرف عندها أحجام التوحل.

نأخذ كمثال حوض سد مشابه في الخصائص لحوض وادي الرمال عند سد حمام قروز تعرف عنده أحجام التوحل.

القياسات المنجزة في حوض سد حمام دباغ المتوفر على القياس (خريطة رقم 18) تسمح بتقدير التوحل السنوي لسد حمام قروز.

- يتواجد هذين الحوضين ضمن نظامين جغرافيين متباينين ، نظام السهول العليا في الجنوب و النظام التلي في الشمال.

القسم العلوي للحوضين المتمثل في نظام السهول العليا ذو شروط مناخية صعبة (قلة الأمطار ، إرتفاع الحرارة ، شدة التبخر) مما يشكل منطقة ضعيفة الجريان السطحي.

بخلاف القسم السفلي المتشكل من سلسلة جبال الأطلس التلي الأكثر إرتواء ، يشكل منطقة منتجة للجريان السطحي.

- وجود تكوينات صخرية ضعيفة المقاومة في الحوضين تتمثل خاصة في تكوينات الطين ، المارن ، الكلس المارني المشكلة للسفوح ، و تكوينات الزمن الرابع التي تظهر عند أقدام الجبال و السهول.

تعطي هذه التكوينات صورة عن بنية هشة ذات مقاومة ضعيفة لعمليات التعرية المائية خاصة التكوينات المارنية و الطينية.

- يخضع الحوضين للمناخ الشبه جاف غير أن قسمهما الشمالي ينتمي للمناخ الشبه رطب ، يتعدى المعدل السنوي للأمطار 700 ملم فوق المرتفعات ، أما عند المنخفضات فهو لا يزيد عن 400 ملم/سنة.

- يتميز النظام الهيدرولوجي للأودية بعدم الإنتظام السنوي و البين سنوي ، كما تنشأ الأحجام الصلبة والسائلة للأودية خلال الفيضانات القوية المميزة لنهاية فصل الصيف و بداية فصل الخريف ، يصرف وادي الرمال ووادي بوحمدان كل سنة على التوالي 0.6 م^3/ثا (0.53 ل/ثا/كلم^2) ، 2.92 م^3/ثا (2.77 ل/ثا/كلم^2).

- أغلبية أراضي الحوضين ذات تغطية ضعيفة يسودها نظام الزراعات الواسعة ما يمثل 94 % في حوض سد حمام قروز و 59.24 % في حوض سد حمام دباغ.

نتيجة قياس الحجم الصلب المنجز عند سد حمام دباغ إنطلاقا من عملية الرفع الباتيمتري للرواسب المتراكمة في البحيرة ممثلة في (الجدول رقم 33).

جدول رقم 33: قياس توحل سد حمام دباغ

الوادي	المساحة (كلم^2)	السد	فترة الملاحظة (السنوات) الحجم السائل	فترة الملاحظة (السنوات) التوحل	الحجم السائل المتوسط السنوي (هم^3)	التوحل المتوسط السنوي (هم^3)	الحجم الصلب النوعي(*) (طن/كلم^2/سنة)
وادي بوحمدان	1055.74	حمام دباغ	1990-1996	1987-1998	92.20	0.31	470

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية (الجزائر العاصمة).

كما يتضح من (الجدول رقم 34) أن الحجم الصلب النوعي المقدر في حوض وادي الرمال عند موقع سد حمام قروز ضعيف جدا (84.73 طن/كلم^2/سنة) مقارنة بالحجم الصلب النوعي عند سد حمام دباغ (470 طن/كلم^2/سنة) ، يفسر هذا الإختلاف الكبير باختلاف الخصائص الفيزيائية – الجغرافية لكل حوض خاصة ، الغطاء النباتي ، شكل و كثافة التصريف ، بالإضافة إلى عدم الإنتظام المجالي للأمطار والجريان السطحي.

جدول رقم 34: تقييم توحل سد حمام قروز إعتمادا على القياس المنجز عند سد حمام دباغ

الوادي	المساحة (كلم^2)	السد	الحجم السائل المتوسط السنوي (هم^3)	التوحل المتوسط (1) السنوي (هم^3)	الحجم الصلب النوعي(*) (طن/كلم^2/سنة)
وادي الرمال	1133	حمام قروز	17	0.06	84.73

المصدر: الوكالة الوطنية للسدود (حمام قروز)+معالجة الباحثة.

(*): كثافة المواد الجافة تساوي 1.6طن / م^3.

2-2- طريقة تعتمد على معطيات الحمولة الصلبة العالقة المقاسة على مستوى المحطات الهيدرومترية:

إنطلاقا من القياسات المنجزة على مستوى المحطة الهيدرومترية القرارم (الفصل الثاني) المتواجدة أعلى سد بني هارون يمكن تقدير التوحل المتوضع عند بحيرات سدود حمام قروز، بارلا ، بالإضافة إلى 31 سد ترابي ، و التوحل المنتظر عند سد بني هارون بسبب انعدام القياسات الهيدرومترية على مستواها إعتمادا على طريقة المقارنة(2)، و معرفة تطوره من سد لآخر و من نطاق جغرافي لآخر.

2-2-1- تقييم توحل السدود (الكبرى و المتوسطة):

قدرت الحمولة الصلبة الإجمالية في حوض وادي كبير الرمال عند مواقع سدود بني هارون ، حمام قروز، بارلا على التوالي بـــ 921.06 طن/كلم^2/سنة ، 64.8 طن/كلم^2/سنة ، 66.11 طن/كلم^2/سنة ، (جدول رقم 35) ، مع توحل سنوي قدره 4 هم^3 ، 0.023 هم^3 ، 0.0002 هم^3.

---

(1): $$A = E\left(\frac{QA}{QE}\right)\times\left(\frac{SA}{SE}\right)$$

A :الحجم الصلب المقدر (هم^3/سنة).

E : التوحل المقاس عند السد المجاور (المشابه) (هم^3/سنة).

QA: الحجم المتوسط السائل لحوض السد (هم^3/سنة).

QE: الحجم المتوسط السائل عند السد المشابه (هم^3/سنة).

SA: مساحة الحوض التجميعي عند السد (كلم^2).

SE: مساحة الحوض التجميعي عند السد المشابه (كلم^2).

(2): $$A = E\left(\frac{QA}{QE}\right)\times\left(\frac{SA}{SE}\right)$$

A : الحمولة الصلبة في الحوض الذي يفتقر للقياس (طن/سنة).

E : الحمولة الصلبة المقاسة عند المحطة الهيدرومترية للحوض المقارن (طن/سنة).

QA: الحجم السائل المتوسط للحوض (م^3/سنة).

QE: الحجم السائل المتوسط للحوض المقارن (م^3/سنة).

SA: مساحة الحوض التجميعي (كلم^2).

SE: مساحة الحوض التجميعي المقارن (كلم^2).

غير أن هذه النتائج ليست ثابتة بل تتغير تبعا لفترات الدراسة المختارة (طويلة أو قصيرة) وللخصائص المميزة لكل فترة.

يفسر هذا الفارق الكبير في القيم ، بقوة تغير مظاهر التعرية المائية في المجال و الزمن ، حيث سجل بأن القسم العلوي لحوض وادي كبير الرمال عند سد حمام قروز يشهد تعرية ضعيفة جدا بحجم صلب نوعي قدره 20.25 م^3/كلم^2/سنة ، كما يشهد الحوض الجزئي لوادي الرمال عند محطة القرارم تعرية ضعيفة بحجم صلب نوعي قدره 169.62 م^3/كلم^2/سنة.

في حين ترتفع حدة التعرية عند موقع سد بني هارون ، عندها يصنف الحوض ضمن فئة الأحواض التي تتراوح تعريتها من متوسطة إلى قوية بحجم صلب نوعي قدره 518.09 م^3/كلم^2/سنة ، كما تؤكد فعلا النتائج المستخلصة شدة خطورة ظاهرة تعرية الحوض التي ترتفع من الجنوب إلى الشمال

(خريطة تنطيق الحوض - الفصل الأول).

جدول رقم 35: تقييم توحل السدود الكبرى و المتوسطة إعتمادا على الحمولة الصلبة العالقة المقدرة عند محطة القرارم

السد	المساحة	حجم التغذية م^3/سنة	الحجم الصلب النوعي م^3/كلم^2/سنة	التوحل هم^3	الحجم الصلب (الحمولة العالقة+الحمولة المجرورة[1]) م^3/كلم^2/سنة	الحمولة الصلبة الإجمالية طن/كلم^2/سنة	فئة التعرية[*]
بني هارون	7725	435000000	518.09	4	575.66	921.06	متوسطة إلى قوية
حمام قروز	1133	17000000	20.25	0.023	40.50	64.8	ضعيفة جدا
بارلا	11	17344800	20.66	0.0002	41.32	66.11	ضعيفة جدا

المصدر:الوكالة الوطنية للسدود (بني هارون-حمام قروز)+وكالة الأحواض الهيدروغرافية لولاية قسنطينة+معالجة الباحثة.

---

[*]: صنفت إعتمادا على النتائج المحصل عليها في إيطاليا على مستوى 70 محطة لقياس التركيز (حمولة صلبة عالقة) والقياسات المنجزة في عدة سدود اصطناعية ، في علاقة مع درجة تعرية الحوض.

- الحجم الصلب النوعي < 100م^3/كلم^2/سنة ، حوض ذو تعرية ضعيفة جدا.
- الحجم الصلب النوعي يتراوح بين 100-350م^3/كلم^2/سنة ، حوض ذو تعرية ضعيفة.
- الحجم الصلب النوعي يتراوح بين 380-500م^3/كلم^2/سنة ، حوض ذو تعرية متوسطة.
- الحجم الصلب النوعي يتراوح بين 600-1200م^3/كلم^2/سنة ، حوض ذو تعرية قوية.
- الحجم الصلب النوعي يتراوح بين 1400-2100م^3/كلم^2/سنة ، حوض ذو تعرية قوية جدا.

[1]: نسبة الحمولة المجرورة (Le charriage) في الحمولة الصلبة الإجمالية تمثل 50% في التكوينات ضعيفة التعرية ، ومن 10-15% في التكوينات ذات تعرية قوية.

-Guide Maghrebin ., Mai 1987 : pour l’execution des études et des travaux de retenues collinaires.

كما يتضح من (الجدول رقم 36) وجود تباين في التوحل المقدر بطريقة المقارنة ، مقارنة مع التوحل المنتظر من خلال الدراسات و الذي يعود إلى اختلاف المعادلات المتبعة في التقدير من طرف مكاتب الدراسات ، تراوح هذا الفارق بين 33.33 % عند سد بني هارون و 99.23 % عند سد حمام قروز.

جدول رقم36: فارق التوحل

السد	التوحل السنوي إعتمادا على طريقة المقارنة (هم^3)	التوحل السنوي من خلال الدراسات (هم^3)	الفارق	
			(هم^3)	(%)
بني هارون	4	6	2	33.33
حمام قروز	0.023	3	2.977	99.23
بارلا	0.0002	0.0047	0.0045	95.74

المصدر:الوكالة الوطنية للسدود (بني هارون-حمام قروز)+وكالة الأحواض الهيدروغرافية لولاية قسنطينة+معالجة الباحثة.

أعطى تطبيق الطريقتين السابقتين في تقدير التوحل عند سد حمام قروز نتائج متقاربة جدا قدر فيها التوحل بـــ 0.06 هم^3 اعتمادا على نتائج القياس الميداني بتطبيق طريقة المقارنة مع سد حمام دباغ، و0.023 هم^3 اعتمادا على نتائج قياس الحمولة الصلبة العالقة عند محطة القرارم أي بفارق قدره 0.037 هم^3.

فحجم التوحل السنوي المحجوز عند سد حمام قروز إذا يتراوح بين 0.023 هم^3 و 0.06 هم^3، و هي قيمة ضعيفة جدا و لا يمكن اعتبارها خطيرة في سرعة توحل السد نظرا لحداثته و سعته المعتبرة 45 هم^3، مقارنة مع السدود المعروفة بسرعة توحلها في الجزائر و هي سدود زردازة ، القصب ، فم القايس و التي أنجزت بدون مراعاة تدابير لحماية المناطق المعرضة للتعرية بالإضافة إلى سعتها الصغيرة.

2-2-2- تقييم توحل السدود الترابية:

تتباين أحجام التوحل السنوية من سد لآخر، سجل أقصى حجم سنوي عند سد أولاد سيدي بن عباس بـــ 161.79 م^3/سنة و أدناه عند سد شعبة الرومي بـــ 0.023 م^3/سنة (جدول رقم 37) ، يعود هذا الإختلاف الكبير لاختلاف الشروط الفيزيائية و المناخية (الأمطار الوابلية) المميزة لحوضي السدين.

كما بلغ حجم التوحل الكلي المحجوز سنويا 696.82 م^3/سنة ، و هو حجم ضعيف جدا مقارنة بسعة التخزين التي تصل إلى 6.32 هم^3 عند كل السدود الترابية المدروسة.

تبقى النتائج المتوصل إليها نسبية ، فمن خلال مقارنة التوحل السنوي للسدود الترابية التي شهدت توحلا 100% خلال مدة حياة 7 سنوات مع حجم التوحل السنوي المقدر بطريقة المقارنة تبين وجود فارق كبير في القيم (جدول رقم 38).

جدول رقم 37: تقدير توحل السدود الترابية إعتمادا على الحمولة الصلبة العالقة المقدرة عند محطة القرارم

السد	المساحة (كلم²)	حجم التغذية(*) (م³/سنة)	الحجم الصلب (م³/سنة)	الحجم الصلب (الحمولة العالقة + الحمولة المجرورة) (م³/كلم²/سنة)	الحمولة الصلبة الإجمالية (طن/كلم²/سنة)
واد مجاز	10	776300	9.25	1.85	2.96
واد الملاح	8	1314800	12.53	3.14	5.02
أولاد سدي بن عباس	28.75	4725062.5	161.79	11.26	18.02
واد غلدان	9	1479150	15.86	3.52	5.63
واد قرقور	11.6	647396	8.94	1.54	2.46
مرج كبير	7	722680	6.03	1.72	2.75
واد دولاني	30	3097200	110.66	7.38	11.81
واد بن بوالعيد	26	2684240	83.12	6.40	10.24
شعبة الرومي	0.38	50224.6	0.023	0.12	0.19
شعبة مهرة	5	132800	0.79	0.32	0.51
ثنية رابح	4	221600	1.06	0.54	0.86
الخنقة	12.10	249204	18.00	2.98	4.77
بوسلعة	22	80652	21.13	1.92	3.07
شعبة عين البرج	7.5	991275	8.85	2.36	3.78
عين فكرون	18	659880	14.15	1.58	2.53
عين فكرون 1	0.25	59557.5	1.77	14.16	22.66
شعبة القماح	3.7	881451	3.88	2.1	2.73
شعبة المعاز	4	657400	3.13	1.56	2.50
واد عين كرشة	1.25	97037.5	0.14	0.22	0.35
بونوارة	11.6	1197584	16.55	2.86	4.58
قورش 1	8	1905840	18.16	4.54	7.26
قورش 2	6	29380	10.21	3.40	5.44
زعرورة 1	7	2605330	21.72	6.20	9.92
زعرورة 3	8	22387.20	21.33	5.34	8.54
واد ملاح	27	2787480	89.64	6.64	10.62
جبل الوحش	0.8	190584	0.18	0.46	0.74
أربع بحيرات	2	264340	0.63	0.63	1.01
شعبة عطابة	5	1191150	7.09	2.84	4.54
زعرورة 2	9	2518560	27.00	6	9.6
عين الحجر	4	19920	0.09	0.05	0.08
دار الثلج	5	524450	3.12	1.24	1.98
المجموع			**696**.82		**167.15**

المصدر: وكالة الأحواض الهيدروغرافية لولاية قسنطينة+مديرية الري لولاية أم البواقي+معالجة الباحثة.

جدول رقم 38: مقارنة التوحل السنوي مع التوحل المقدر في بعض السدود الترابية

السد	التوحل السنوي لمدة 7 سنوات (م^3/سنة)	التوحل السنوي بطريقة المقارنة (م^3/سنة)
الخنقة	32000	18
بوسلعة	85714.3	21.13
شعبة عين البرج	21428.6	8.85
عين فكرون 1	6428.6	1.77
شعبة القماح	6428.6	3.88
شعبةالمعاز	18571.4	3.13
واد عين كرشة	4857.1	0.14
بونوارة	24285.7	16.55

المصدر: وكالة الأحواض الهيدروغرافية لولاية قسنطينة+مديرية الري لولايةأم البواقي+معالجة الباحثة.

تفسيرنا لهذا الفارق هو كون ظاهرة التوحل غير منتظمة في الزمان و المكان حيث ترتفع بأحجام هائلة خلال فترات الفيضانات.

(*): غياب معطيات القياس حول حجم المياه التي يستقبلها كل سد ترابي دفع بنا للجوء إلى قوانين نظرية لتقييم حجم الجريان السنوي المتوسط إعتمادا على معادلة Sogreah لكونها خاصة بالسدود الترابية.

معادلة Sogreah : $E(mm) = 720(Pa-P0/1000)^{1.85}$

حيث أن :

E : صفيحة الجريان السنوي (ملم).

Pa : متوسط التساقط السنوي (ملم).

P0 = 250 عتبة الجريان في الشمال الجزائري.

P0 = 150 عتبة الجريان في السهول العليا.

3- تطور التوحل:

3-1- السدود (الكبرى و المتوسطة):

معرفة تطور التوحل خلال فترات زمنية مختلفة ضروري جدا لتحديد مدة حياة السد ، إذ يتضح من (الجدول رقم 39) أن مدة حياة السدود تتعدى 100 سنة ، إذا اتخذت التدابير و الإحتياطات الخاصة بأعمال الحماية البيولوجية و التقنية للحوض التجميعي هذا من جهة ، و من جهة أخرى عن طريق المراقبة الدورية لمكونات السدود (مصرفات العمق للتقليص من حجم رواسب البحيرات ، مفرغات الفيضانات لضمان أمن السدود).

جدول رقم 39: التطور المرتقب لتوحل السدود الكبرى و المتوسطة

السد \ الفترة		10 سنوات	20 سنة	30 سنة	40 سنة	50 سنة	100 سنة
بني هارون	هم^3	40	80	120	160	200	400
	%	4	8	12	16	20	40.10
حمام قروز	هم^3	0.23	0.46	0.69	0.92	1.15	2.3
	%	0.51	1	1.53	2	2.56	5.11
بارلا	هم^3	0.002	0.004	0.006	0.008	0.01	0.02
	%	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31	0.63

المصدر:الوكالة الوطنية للسدود (بني هارون-حمام قروز)+وكالة الأحواض الهيدروغرافية لولاية قسنطينة+معالجة الباحثة.

3-2- السدود الترابية:

إنطلاقا من معطيات توحل السدود الممثلة في (الخريطة رقم 19) ، تبين أن 21 سد ترابي في حالة توحل.

السدود الواقعة في القسم الجنوبي الشرقي للحوض تشهد توحل تام بنسبة 100 % لمدة حياة لم تتعدى 7سنوات(*) ، يعود هذا التوحل السريع للتأثير المباشر للأمطار الفجائية ذات الشدات العالية على تربة هشة (رمل + طين) عديمة التغطية ، (صورتي رقم 06 ، 07) ، على عكس ما سجل على مستوى بعض السدود الترابية الواقعة في النظام التلي للحوض أين تتفاوت فيها حدة التوحل و التي تعود إلى عدة عوامل من بينها: مدة سير (عمل) السد ، مورفولوجية البحيرة و الحوض التجميعي ، التركيب الصخري ، الغطاء النباتي ، عدم الإنتظام الكبير المسجل للنظام الهيدرولوجي.

4- أثر التوحل على منشآت التعبئة:

4-1- تناقص سعة تخزين البحيرة:

إن التناقص في سعة تخزين المياه نتيجة حتمية للتوحل ، كل سنة يتطور حجم التوحل و يتصلب مع فقدان حجم مهم من مياه البحيرة.

جدول رقم40: الحجم المائي المتناقص (هم^3)

السدود		الحجم المائي المتناقص سنويا (هم^3)
الكبرى		4.023
المتوسطة		0.0002
الترابية	في حالة توحل (100%) للفترة (1985-1992)	0.20
	التوحل المقدر بطريقة المقارنة(1)	0.0006
المجموع		**4.2238**

المصدر:الوكالة الوطنية للسدود (بني هارون-حمام قروز)+وكالة الأحواض الهيدروغرافية لولاية قسنطينة+مديرية الري لولاية أو البواقي+معالجة الباحثة.

(*) : للفترة (1985-1992).

(1) : جميع السدود الترابية باستثناء السدود التي تشهد توحل بنسبة 100%.

إنطلاقا من أحجام التوحل المقدرة على مستوى السدود الكبرى والمتوسطة يمكننا التنبؤ بمقدار الحجم المائي المفقود سنويا و المقدر بـــ 4.0232 هم^{3} ، مما سيساهم في رفع حجم حاجيات الشرب ، الصناعة ، السقي.
كما نسجل على مستوى سد بني هارون و قبل بداية تحويل و استغلال المياه المقرر سنة 2030 ، تراكم حجم قدره 108 هم^{3} (*) عند البحيرة مما ينتج عنه فقدان مايقارب 11 % من سعة التخزين.
كما يتبين على مستوى السدود الترابية فقدان 1.4 هم^{3} من المياه المخزنة خلال 7سنوات.
إذ يعوض كل سنة تقريبا حجم مائي قدره 0.20 هم^{3} بالعكر، يعود السبب المباشر في توحلها بهذه السرعة للعوائق المذكورة سابقا.

4-2- آثار أخرى للتوحل:

4-2-1- غلق مصرفات العمق:

يظهر بالتوحل خطر آخر يتمثل في عدم اشتغال مصرفات العمق مثل حالة سدود شعبة المعاز، شعبة القماح و الخنقة.

4-2-2- إستقرار السدود:

إضافة إلى مشكل نقص سعة الخزان ، يطرح التوحل مشكل استقرار السدود حيث أدى إلى القضاء عليها بانهيار حواجزها و مفرغات فيضاناتها مثل سدود قورش 2 ، زعرورة 3 ، عين فكرون 1 ، بوسلعة ..... (صورتي رقم 08 ، 09).

يشهد حوض وادي كبير الرمال عند موقع سد بني هارون توحل كل منشآت التعبئة بدرجات متفاوتة ، حيث ترتفع حدته من جنوب إلى شمال الحوض مما يشكل خطرا كبيرا على سد بني هارون قبل بداية الإستغلال.
كما انعكست هذه الظاهرة سلبا على كل منشآت التعبئة مما أدى إلى تناقص سعة التخزين الإجمالية لكل سدود الحوض.
غير أن هذا الحجم سيتطور كل سنة مما يسمح بتحقيق عدم الإكتفاء "عجز مائي كبير أمام حاجيات مرتفعة".
لهذا فمن الواجب معرفة الإحتياطات والتدابير المتخذة لحماية الحوض ، وهل هي كافية أم تتطلب وضع سياسات إستعجالية للمحافظة على التربة الزراعية من الضياع وحماية السدود من التوحل.

(*): للفترة (2003-2030).

III - طـــرق المكـــافحـــة ضـــد تـــوحـــل الســـدود:

للتقليص من خطر التوحل أتخذت بعض الإجراءات للحماية والمكافحة ، طبق بعضها والبعض الآخر لم يطبق.

فمن أهم هذه الإجراءات نذكر:

1- الطرق الإحتياطية (الوقائية):

تتضمن أهم التدخلات المنجزة في إطار مشروع حماية الحوض من التعرية المائية ، عرفت هذه العملية ولاية ميلة على غرار باقي الولايات التابعة للحوض (قسنطينة ، سكيكدة ، أم البواقي ، سطيف) ، لكونها تظم أغلب الأراضي المتضررة من عمليات التعرية المائية لغرض حماية سدي حمام قروز وبني هارون من ظاهرة التوحل.

تضمن مشروع الحماية المقرر للفترة (1990-2005) تقسيم المساحة المعنية بالتدخل والمقدرة بـــ 326000 هكتار إلى عدة مناطق حسب الأولوية في سرعة التدخل (خريطة رقم 20) ، والتي تتطابق إلى حد كبير مع خريطة تنطيق الحوض (الفصل الأول).

- مناطق ذات الأولوية الأولى للفترة (1990 – 1995):

تشمل الأراضي المحيطة ببحيرة السدين والأراضي ذات الإنحدارات الشديدة ، ضعيفة الغطاء النباتي ، والتي تسودها مختلف أشكال التعرية المائية والإنزلاقات الأرضية.

- مناطق ذات الأولوية الثانية للفترة (1995 – 2000):

تمثل الأراضي الأقل عرضة للتعرية المائية (تعرية ضعيفة ومتوسطة).

- مناطق ذات الأولوية الثالثة للفترة (2000 – 2005):

هي أراضي محمية من عوامل التعرية المائية ، تتواجد بها غابات طبيعية مما يجعلها أقل عرضة للتعرية وبالتالي لا تتطلب تدخلا سريعا من المصالح المختصة.

1-1- البرامج المنجزة في إطار مكافحة التعرية المائية:

شملت هذه التدخلات عدة تقنيات للحماية أهمها:

* التشجير شمل نوعين أساسيين:

- أنواع غابية أهمها: الصنوبر الحلبي ، السرو ، الصفصاف ، الدردار ، البلوط الفليني ، الكاليتوس.
- أنواع علفية أهمها: الخروب ، Atriplexe ، Medicagou D' amerique .

وتهدف هذه العملية إلى تدعيم الغطاء النباتي الغابي بهدف حماية التربة من الإنجراف ، ورفع الإمكانيات الرعوية لصالح المناطق الريفية.

* الأشجار المثمرة:

تهدف إلى تدعيم الغطاء النباتي و المساحات الزراعية ، وتتمثل أهم الأنواع المستعملة في الزيتون ، اللوز ، المشمش.

* التصحيح السيلي:

يتم ببناء حواجز من الحجارة الجافة على طول مسار المجاري المائية والتخددات ذات القدرة الكبيرة على الحفر ونقل المواد ، وذلك لحجز المواد الصلبة.

* تثبيت حواف الأودية بالحجارة وبناء حواجز صغيرة بالإضافة إلى عمليات تنظيف الغابة من الأحراج ، وتحسين العقار .....إلخ.

والملاحظ أن كل التقنيات المنجزة لحد الآن انطلقت متأخرة عن الموعد المقرر وتدخل في إطار التدخلات العاجلة (مناطق ذات الأولوية الأولى) و (الجدول رقم 41) يوضح برنامج سير هذا المشروع.

جدول رقم41: تقنيات التدخل في الحوضين حسب الأولوية الأولى للفترة 1991 – فيفري 2004

التقنية المنجزة	الوحدة	الحوض	
		حمام قروز	بني هارون
التشجير الغابي	هكتار	5440	22000
أشجار علفية	هكتار	100	600
أشجار مثمرة	هكتار	60	1990
تصحيح سيلي	م^3	16000	156772
إنشاء حواجز	كلم	3000	5000
تثبيت جدران الأودية	هكتار	1400	1270
تنظيف الغابة	هكتار	-	700
تحسين عقاري	هكتار	220	2588
فتح الطرق	كلم	5	250.7
تهيئة الطرق	كلم	35	95
نقاط الماء	وحدة	-	8

المصدر: مديرية الغابات - ميلة.

2-1- حقيقة البرامج المنجزة:

عمليات التدخل التي اتبعتها مديرية الغابات لولاية ميلة في إطار الحماية ضد التعرية انطلقت متأخرة وغير كافية ، 12 سنة بعد بداية أشغال المرحلة الأولى من الإنجاز ، ولم تنتهي المديرية من إنجاز كل ماسطر لهذه المرحلة ، بالرغم من أن مدة الإنجاز مقدرة ب 5 سنوات فقط.

كما أن العمليات المنجزة لحد الآن لم تغير من مظهر الحوض خاصة المناطق ذات الإنحدارات الشديدة والمتوسطة ، إذ يتضح المجال دائما ذو تغطية ضعيفة (حالة الغطاء النباتي الفصل تقريبا).

دون إهمال المشاكل التي تعرضت لها التدخلات أهمها:

غياب الوعي لدى السكان الريفيين ، مشكل الملكية العقارية إذ يرفض الملاك الخواص تغيير الطابع الفلاحي لأراضيهم ، وحتى في الأراضي العمومية تواجه الإنجازات الخاصة بالحماية رفض السكان الريفيين لها والذي يؤدي بهم إلى تخريبها في كثير من الأحيان.

مما يوحي بتفاقم ظاهرة توحل كل منشآت التعبئة الموجودة في حوض كبير الرمال والذي يعود أساسا إلى غياب تسيير وتنظيم الأعمال والذي يطرح كل مرة مشكلة التهيئة في الجزائر.

2- الطرق العلاجية:

تتم على مستوى السدود المخزنة للماء ، فمن بين الطرق المطبقة في الحوض ، طريقة إخراج الرواسب عن طريق مصرف العمق عند سد حمام قروز خلال فترات الفيضانات.

غير أنه خلالها لم يتم تسجيل أي قياس للصبيب الصلب ، ولكون هذا النوع من القياسات مهم جدا نتقدم لرؤساء ومسيري السدود بإدراجه ضمن الأعمال الواجب القيام بها قصد معرفة مدى نجاعة هذه الطريقة في التقليص من التوحل.

خـــلاصـــة الفصـــل الثـــالـــث:

يشكل الماء مادة عسيرة التجديد ، والمحافظة عليه في الحوض تطلبت إنجاز سدود مخزنة لحجز حجم مائي سطحي قدره 435 هم^3/سنة لغرض القضاء على مشكل نذرة المياه من خلال المخطط الموضوع لتحويل مياه سد بني هارون.

غير أن هذا الحجم المائي معرض للتناقص مما سيساهم في رفع حجم حاجيات الحوض للماء ، حيث يعوض كل سنة حجم مائي قدره 4.2238 هم^3 بالوحل ، خاصة وأن المنطقة ذات حساسية كبيرة لعوامل التعرية المائية ، أهمها المناخ ذو الخاصية الهجومية ، التكوينات الهشة ، الإنحدارات المتفاوتة الشدة ، الأراضي ضعيفة التغطية وهي المؤشرات التي اعتمد عليها في تحديد مناطق التدخل حسب الأولوية لمكافحة التعرية المائية.

حماية الحوض من التعرية المائية عنصر أساسي في حماية السدود من التوحل ، الإجراءات المتخدة يجب أن تعمم على كامل مساحة الحوض وبأكثر صرامة ، لأن التدخلات المسجلة غير كافية بالنظر إلى شساعة الحوض التجميعي.

الخـــلاصـــة العـــامـــة:

ساهم التاريخ المناخي الجيولوجي (خاصة نهاية الزمن الثالث والزمن الرابع) في حدوث مختلف التحولات الفيزيائية ، الكيميائية ، البيولوجية التي أدت إلى نشأة مختلف أشكال التعرية المائية التي ترتفع حدتها على سفوح الحوض من الجنوب إلى الشمال ، سمحت هذه الأشكال باستنباط خريطة تنطيق الحوض والتي تعتبر ضرورية في تهيئته.

كما يؤكد إعتمادنا على الأسلوب الكمي في دراسة العوامل المؤثرة في التعرية المائية على شدة الكفاءة النحتية للظاهرة بهذا الوسط ، حيث أوضحت النتائج المستخلصة على وجود أمطار قصيرة المدة غير منتظمة وصل معدلها السنوي 435.478 ملم للفترة (1974-1975/1983-1984) ، نتج عنها جريان سطحي سنوي قدره 26.649 ملم.

سمح تقييمنا لأحجام التعرية بالتنبؤ بمقدار التربة الخصبة المفقودة والمقدرة بـــ 271.391 طن/كلم^2/سنة ، ومايترتب عليها من إنحصار وتراجع للأراضي الزراعية وخروجها نهائيا من حيز الإستثمار الفلاحي ، ضف إلى ذلك خطر توحل بحيرات السدود 4.2238 هم^3/سنة ، مما يؤدي إلى تناقص حجم المياه المخزنة المقدر بـــ 1052.42 هم^3 والذي يزيد من تفاقمها على المدى البعيد ويرفع من حجم حاجيات الحوض ، وغير ذلك من الأضرار التي تلحقها بالمنطقة من تخريب وتدمير شامل للمنشآت الإقتصادية.

وبالنظر لحجم هذه الخسائر وما يترتب عنها من آثار ونتائج خطيرة على التوازن الطبيعي للمنطقة أين مواردنا المائية تبقى أحيانا قليلة مقارنتها مع التزايد البشري والنشاطات الإقتصادية.

لهذا كان من الضروري جدا دراسة كيفية الحد من هذه الأخطار ومحاولة تفاديها ، وذلك بتقديم بعض الحلول والتدابير العملية التي من شأنها الحد من تفاقم هذه الظاهرة ، ويتم ذلك بتقديم طرق الحماية المقترحة التي تهدف إلى توفير شروط صيانة التربة والمحافظة على المنطقة ، وبصفة عامة فالحلول المقترحة ترتكز على تنفيذ كل من الطرق البيولوجية والعلاجية لإنقاذ الحوض وحمايته من أضرار التعرية المائية والتقليص من نسب توحل السدود والإستفاذة منها في تأمين احتياجاتنا المتزايدة من الماء والغذاء.

وحتى نصبو إلى تحقيق أحسن النتائج نحاول تقديم بعض الإقتراحات لكونها مكملة للأعمال السابقة.

إقتراحات لتهيئة عقلانية داخل الحوض:

يعرف حوض وادي الرمال تعرية للسفوح تختلف حدتها من نطاق لآخر ، مما انعكس سلبا على منشآت التعبئة المنجزة وخاصة السدود الترابية ، حيث تسببت في تناقص الموارد المائية السطحية المعبأة وإهمال العديد منها.

فمن المحتمل جدا أن تتطور هذه الظاهرة أكثر على مستوى سد بني هارون (في طريق الإستغلال) ، لترفع من نسبة العجز الذي سيلحق بحاجيات السكان من المياه الصالحة للشرب وكذا حاجيات الصناعة والزراعة.

ومن أجل تجاوز هذه المشاكل نقترح أفعال تهيئة عقلانية تهدف إلى استعمال الوسط بطريقة عقلانية لغرض استغلال الثروات الطبيعية ، والتأكيد على أن أفعال التهيئة الحقيقية تكون مبنية على أساس تكميل وتدعيم بعضها البعض.

بناءا على هذا نقترح مجموعة من الأفعال المدعمة حتى نعطي نظرة واسعة عن تهيئة شاملة لحوض وادي كبير الرمال ، والتي تستجيب إلى حماية توازن الوسط وتنميته دون إحداث خلل في التوازن البيئي.

1 – على مستوى الحوض التجميعي:

- تعميم الإجراءات المتخدة في إطار الحماية البيولوجية للمناطق العارية ذات الإنحدارات المعتبرة وبكل صرامة وانضباط ، لأن التدخلات المسجلة غير كافية بالنظر إلى شساعة الحوض التجميعي.

- تشييد المدرجات بصورة عمودية على ميل المنحدرات التي تعمل على تكسير الجريان السطحي والتقليل من سرعته في المرتفعات الشديدة ، لكي لاتتسبب في نشوب ظاهرة إنجراف التربة.

- تجهيز الحوض جيدا من أجل الدراسة المناخية والهيدرولوجية الجيدة مع التوزيع الجيد لمحطات القياس المطرية وتجهيزها بجهاز قياس الشدة pluviographe ، وتكثيف إنجاز المحطات الهيدرومترية على مستوى الروافد الكبرى المغذية لوادي الرمال لغرض توضيح بصورة أدق التباينات المجالية لتغيرات الصبيب السائل والصبيب الصلب ، مع التأكيد على تجانس التوزيع الزمني لمحطات القياس ، وتجنيد كل القوى من أجل الوصول إلى معطيات دقيقة حقيقية وواقعية.

- تعبئة الموارد المائية السطحية والتحويل الهيدرولوجي إنطلاقا من التباين الموجود بين الوفرة والحاجيات المائية في المجال والزمن لحوض وادي كبير الرمال ، نسجل وفرة الموارد المائية في القسم الشمالي وحاجيات مرتفعة في القسم الجنوبي ، موارد قليلة في فصل الصيف أين الحاجيات المائية تكون أكثر أهمية ، لهذا نذكر نوعين من الحماية المتكاملة:

* توسيع عملية إنشاء سدود مخزنة في القسم الشمالي لحوض كبير الرمال لحجز أكبر حجم مائي ممكن خاصة وأنه يستقبل صفيحة تساقط معتبرة ، مع توفر المواضع المهمة لذلك لسد العجز في فصل الصيف.

* التحويل الهيدرولوجي شمال جنوب لسد التفاوت الجهوي للماء.

2 – على مستوى السدود:

- وضع دراسة مدققة قبل إنجاز أي سد ترابي (طبوغرافية ، هيدرولوجية ، ليثولوجية .....إلخ).

- متابعة ميدانية أثناء إنجاز السدود الترابية من طرف مختصين.

- إنشاء سدود لتنظيم الفيضانات الفجائية التي كثيرا ما تتعرض لها المنطقة ذات قدرة على تخزين مياه عاصفة مطرية واحدة ، وتجهيز هذه السدود بفتحة تسمح بصرف مياه الفيضان خلال مدة يوم أو يومين يصبح بعدها الخزان فارغا وذلك لاستقبال كمية الأمطار السيلية الآتية في مرحلة لاحقة ، وبهذه الطريقة تكون كمية المياه الجارية على مستوى الروافد المعنية قليلة وهادئة.

- إنشاء سدود ترابية حاجزة خاصة على مستوى الروافد والأودية التي تترددها فيضانات عنيفة (روافد وادي بومرزوق ووادي الرمال الأعلى) لحجز أحجام هامة من الرواسب خلال فترات الفيضانات قبل وصولها إلى السدود الكبرى.

- تعويض السدود الترابية المفقودة بسبب التوحل (100 %) بإنشاء سدود جديدة تخضع إلى سياسة تراعي المواضع المناسبة والأعداد المحدودة لهذه السدود التي يمكن أن تؤثر على سعة سد بني هارون خاصة في فترات الضعف الهيدرولوجي.

- مراقبة دورية لمكونات الإنجاز (سد ترابي) والتي لها دور فعال مثل الحاجز ، مفرغ الفيضانات.

- القيام بزيارات ميدانية متتالية للسدود الترابية وذلك بعد كل حادث فيضان وأخذ الإجراءات الضرورية لمعالجة الأضرار.

- تزويد السدود بمحطات قياس مختصة لقياس الصبيب السائل والصبيب الصلب المصرفين من طرف مصرفات العمق ونصف العمق خلال الفيضانات.

- القيام بعملية الرفع الألتمتري لبحيرات السدود سنويا لتوضيح تطور التوحل قصد معرفة الحجم الواجب تصريفه من طرف مصرفات العمق ونصف العمق عند مرور أول فيضان.

- إنشاء محطة تصفية ومعالجة المياه المحجوزة في سد بني هارون.

في الأخير نتمنى أن يشكل هذا البحث قاعدة لإنجاز أبحاث أخرى في نفس الموضوع لإثراء الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية لاسيما في مجال التوحل المطروح حاليا من أجل حماية التربة والموارد المائية.

Résumé :

L'envasement des retenues des ouvrages hydraulique (barrages , retenues collinaires) en algérie , atteint des volumes élevés et pose ainsi des graves problèmes dont les plus importants sont :

- La perte de capacité de stockage en eau .
- La diminution de la durée de vie de l'ouvrage hydraulique .

Ce phénomène est principalement du aux taux élevés de l'érosion hydrique sur les bassins versants de ces barrages en raison de l'interaction des phénomènes naturelles (pente , lithologie , végétation …..) , climatiques , hydrologiques et à la sous estimation des quantités de sédiments suxeptibles de se déposer lors de leurs conception .

L'exemple du bassin versant de l'oued rhumel nous permet d'élaborer une méthode de quantification par modèles régressifs , à la fois simple et opérationnelle du transport solide (en suspension et par charriage) .
ce qui servira d'outil de prévision pour l'envasement du barrage de Beni- Haroun .

Cette recherche se donne pour objectif :

- La recherche des causes de l'érosion hydrique et de l'écoulement superficielle .
- La délimitation des zones vulnérables .
- La quantification du transport solide à partir des mesures du transport solide qui restreinte uniquement à la suspension , le charriage étant estimé en pourcentage à partir de cette dernière .

et une réflexion pour un plan de lutte contre la diminution des ressources en eau et l'envasement des barrages .

Mots clés :

Bassin versant - Vallée du rhumel - Erosion hydrique - Ecoulement superficielle Transport solide - Suspension - Charriage - Barrage Beni-Haroun - Retenue collinaire Ressources en eau superficielle - Mobilisation - Apport solide - Envasement - Algerie .

مــلــخــص :

بلغت نسب توحل بحيرات الهياكل الهيدرولوجية (سدود ، سدود ترابية) في الجزائر قيم مرتفعة ، نتجت عنها عدة مشاكل خطيرة أهمها :

- تناقص سعة تخزين بحيرة السد للماء .
- تناقص مدة حياة الإنجاز الهيدرولوجي .

تنشأ هذه الظاهرة أساسا لارتفاع قيم التعرية المائية على مستوى الأحواض التجميعية لهذه السدود ، نتيجة تفاعل الخصائص الطبيعية (التضاريس ، الإنحدار ، التركيب الصخري ، الغطاءالنباتي ، كثافةالتصريف.....) ، المناخية (الأمطارالوابلية ، الحرارة) ، الهيدرولوجية (الجريان السطحي خلال فترات الفيضانات) .

سمح لنا مثال الحوض التجميعي لوادي الرمال بوضع طريقة تعتمد على المعالجة الآلية لمعطيات الصبيب السائل اليومي ، والصبيب الصلب اليومي ، لتقدير الحمولة الصلبة (العالقة والمجرورة التي حددت بنسبة مئوية من العالقة) ، التي تستعمل كوسيلة للتنبأ بمقدار توحل بحيرة سد بني هارون .

هذا البحث المقدم هدفه الرئيسي :

- البحث عن أسباب حدوث ظاهرة التعرية المائية والجريان السطحي .
- تحديد المناطق الحساسة للتعرية المائية .
- تقدير الحمولة الصلبة الإجمالية لحوض معظم تراكيبه الصخرية هشة ، إنطلاقا من قياسات الحمولة الصلبة المتعلقة فقط بالحمولة الصلبة العالقة ، أما المجرورة فقدرت بنسبة مئوية إنطلاقا من الحمولة الصلبة العالقة .
- بالإضافة إلى محاولة وضع مخطط يحمي الموارد المائية من الضياع والسدود من ظاهرة التوحل .

كلمــات أســاسيــة :

حوض تجميعي - وادي الرمال - تعرية مائية - جريان سطحي - حمولة صلبة عالقة - مجرورة - سد بني هارون - سد ترابي - موارد مائية سطحية - تعبئة حجم صلب - توحل - جزائر .

Abstract :

The silting up of dams restraints of hydraulic works in Algeria has reached high volumes , as it has resulted on serious problems . here , are the most important :

- The lack of storage capacity of water in dams .
- The lack of the hydraulic work life duration .

This phenomenon is mainly due to the raising rates of hydric erosion at the level of pouring basins of these dams , because of the natural characteristics interaction (slope , litho logy , vegetation ……) climactic , hydraulics .

The example of the pouring basin of oued rhumel permits us to elaborate a method of qualification by regressive methods which are simple and at the same time operational of the strong transportation (by suspension and by carriage) , Which is used as a means of predicting the silting up of Beni-Haroun dam .

The main objective of presenting this research is :

- The research for the reasons of the hydric erosion phenomenon and of the superficial outflow .
- The delimitation of the areas of the hydric erosion .
- The quantification of the strong transportation from the measures dealing only with the strong transportation by suspension. however , the one by carriage was estimated by a percentage from the strong transportation by suspension .
- In addition to an attempt of putting a plan which will struggle against the water resources shortage and the silting up of dams.

Keys words :

Pouring basin - Valley of the rhumel - Hydric erosion - Superficial out-flow - Strong transportation - Suspension - Carriage - Beni-Haroun dam - Restraint collinear - Resources in superficial water - Mobilization - Strong contribution - Silting up – Algeria.

فهرس الجداول

فهرس الخرائط

فهرس الأشكال

فهرس الصور

المراجع باللغة العربيية:

1- كعبي خ ، 2002: أخطار الإنجراف وسبل حماية الأوساط الطبيعية ، دراسة حالة حوض وادي بني هارون ، أطروحة ماجستير ، معهد علوم الأرض ، جامعة قسنطينة ، 185 ص.

2- بوخالفة س ، عكاش ن ، 1991: دراسة هيدرولوجية وحصيلة ثلاث (3) سنوات من استغلاله لسد حمام قروز - واد العثمانية ، مذكرة تخرج ، معهد علوم الأرض ، جامعة قسنطينة ، 154 ص.

3- بوسنة ع ك ، محمد أ ر ، 1997: الموارد المائية والتهيئة في الحوض التجميعي لواد بوحمدان ، مذكرة تخرج ، معهد علوم الأرض ، جامعة قسنطينة.

الخرائط والصور الجوية المستعملة:

- الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1/200000 (قسنطينة – سكيكدة – بجاية – سطيف).
- الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1/50000 (الهرية – واد العثمانية – عين مليلة).
- خريطة الغطاء النباتي للشرق الجزائري (منظمة.energoproject–yougoslavie Enhyd–Algérie,1991)
- خريطة تساوي المطر للشرق الجزائري بمقياس 1/500000 (1922-1960/1969-1989, ANRH).
- الصور الجوية بمقياس 1/20000 (الهرية – واد العثمانية – عين مليلة).

المراجع باللغة الفرنسية:

01 - AGENCE NATIONALE DES BARRAGES ., Avril 2002 : une nouvelle stratégie pour la mobilisation et le transfert de l'eau en Algérie , ministère des ressources en eau.

02 - Aiche M ., 1996 : Contribution a l'étude de l'érosion en vue de l'aménagement du bassin versant de l'oued bouhamdane , thèse de magister université mentouuri , Constantine ,159 p.

03 - Amireche H ., 2001 : L'eau , le substrat , la tectonique et l'anthropisation dans les phénomènes érosifs du tell nord – constantinois . thèse de doctorat d'état , université mentouuri, , Constantine, 226 p.

04 - Bediot G., 1966 : L'érosion des sols due au ruissellement (3ème partie) , thèse de doctorat de 3éme cycle université , besançon , pp 372-423.

05 - Benchetrit M ., 1972 : L'érosion actuelle et ses conséquences sur l'aménagement en algérie. P.U.F , 272 p**.**

06 - Bouchard J . P , Cordelle M , Lorin J ., 1989 : Simulation numérique de l'érosion des vases de retenue par les crues , La houille blanche , № 3/4 . Société hydrotechnique. France pp 288 – 291.

07 - Bourouba M ., 1997 : Les variations de la turbidité et leurs relations avec les précipitations et les débits des oueds semi – arides de l'Algérie orientale . Bulletin de l'orstom № 17 , Montpellier , France , pp 52 – 58 .

08 - Bourouba M ., 1998 : Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides de l'oued medjerda supérieur (Algérie orientale) . Bulletin de l'orstom № 18 , Montpellier , France , pp 76 – 97 .

09 - Bravard J – P , Petit F ., 1997 : Les cours d'eau dynamique du système fluvial . Masson et Armand colin .

10 - Cohen M , Briod PH ., 1989 : Les apports solides de l'avre dans le Rhône genevois . La houille blanche , № 3/4 . Société hydrotechnique , France , pp 301 – 309 .

11 - Colloque sur la conservation et la restauration des sols ., 1960 : Lutte contre l'érosion . Institut français de coopération technique et faculté D'agronomie de Karadj Téhéran , 544 p .

12 - Corbel J ., 1964 : L'érosion terrestre . étude quantitative (méthodes – techniques – résultats) . Annales de géographie , № 398 – LXX 3ème Année , pp 385 – 412 .

13 - Demmak A ., 1982 : Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en suspension en Algérie septentrionale . Thèse de doctorat – ingénieur, Université de pierre et marie curie , Paris 6° , 323 p .

14 - Durand Delga M ., 1955 : Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique , Thèse de doctorat d'état , Faculté d'Alger , 533 p .

15 - Frécaut R ., : Les transports solides fluviaux en suspension dans les bassins tropicaux humides.Université, Nancy II , pp 215 – 225 .

16 - Gaston R ., 1980 : l'hydrologie de l'ingénieur. eyrolle .

17 - Gazzolo T , Bassi G ., 1960 : Contribution à l'étude du degre d'érosion des sols Constituant les bassins versants des cours d'eau italiens . Assemblée générale de Helsinki , pub № 53 . A,H,S, pp 112 – 133 .

18 - Gazzolo T , Bassi G ., 1964 : Le transport solide en suspension dans les bassins versants des cours d'eau italiens ; Assemblée générale de belkeleyde . Association internationale. D'hydrologie scientifique pub № 65 , pp 203 – 229 .

19 - Greco J ., 1966 : L'érosion la défense et la restauration des sols , le reboisement en Algérie . Ministère de l'agriculture , Alger , 393 p .

20 - Guide Maghrebin ., Mai 1987 : pour l'exécution des études et des travaux de retenues collinaires . P , N , U , D . / O . P . E . Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du nord (projet RAB / 80 / 011) ,177 p .

21 - Guidoum A ., 2004 : Etude hydrologique du bassin versant de l'oued chemorah à la station de chemorah . thèse de magister , université colonel labidi ^{med} Taher , batna , 281 p.

22 - Guigo M ., 1975 : Les variations de la turbidité et leurs relations avec le débit et les précipitations sur le magra , Fleuve de la Ligurie orientale . Revue de géographie physique et de géologie dynamique (2) , pp 259 – 277 .

23 - Heuch B , Kalman R , Duhamel P . L , Robert P ., 1970 : Erosion , transport solide , sédimentation . Annales de la recherche forestière au Maroc. Tome 12, RABAT, 390 p.

24 - Heuch B ., 1971 : Le contrôle de l'érosion hydraulique au Maroc . Rapport préparé pour l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture , Sogetha , Société Générale des techniques hydro – Agricoles , Grenoble , 25 p .

25 - Kassoul M ., 1999 : prédétermination de la durée de vie des barrages en Algérie . La houille blanche, № 3/4 , Société hydrotechnique , France , pp 89 – 94 .

26 - Kerfouchi M S ., 1997 : Importance de l'envasement du barrage des Zardézas (Algérie orientale) , Rhumel . Université Mentouri , Constantine , IST , № 5 , pp 23 – 33 .

27 - Larfi B : Quantification du transport solide dans le bassin versant de L'oued Isser , Applications a l'envasement du barrage de Beni Amrane . Séminaire National ., 5 et 6 novembre 2001 : Ressources hydriques en zones arides et semi - arides, Réalités et perspectives, Saïda .

28 - Les cahiers de l'agence ., octobre1999 : Le bassin du kebir rhumel № 2.

29 - Marre A ., 1987 : Le tell Oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne . Etude géomorphologique , 2 Vol . Offices des publications Universitaire , Alger , 624 p .

30 - Mebarki A ., 1982 : Le bassin du kebir – Rhumel (Algérie) , hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau .Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université, Nancy II, 304 p.

31 - Nemouchi A ., 1998 : L'envasement des barrages en Algérie . Rhumel № 6 , Université Mentouri , Constantine . I . S . T , pp 83 – 90 .

32 - Nemouchi A ., 2001 : Géographie hydrologique du bassin versant endoreïque du chott el hodna . Thèse de doctorat d'état , Université Mentouri , Constantine , 295 p .

33 - Pardé M ., 1953 : La turbidité des rivières et ses facteurs géographique . Géographie alpine , Université . Grenoble , Tome XLI , pp 399 – 421 .

34 - Rais S , Abidi M ., 1989 : Prévision du transport solide sur un bassin versant . Application à l'envasement d'une retenue. La houille blanche. № 3/4. Société hydrotechnique, France, pp 296 – 300 .

35 - Remini B , Kettab A , Hihat H ., 1995 : Envasement du barrage Ighil Emda (Algérie) . La houille blanche. № 2/3. Société hydrotechnique, France, pp 23 – 27.

36 - Roche M . A ., 1978 : Les bassins versants expérimentaux Ecérex en guyane française , étude comparative des écoulements et de l'érosion sous forêt tropicale humide . Cah . ORSTOM, sér . Hydrol ., vol . XV, № 4 , pp 365 – 378 .

37 - Rullan – Perchirin F ., 1985 : Recherches sur l'érosion dans quelques bassins du constantinois (Algérie) . Thèse de doctorat de 3ème cycle , Université paris I , panthéon – Sorbonne, 356 p .

38 - Tabuteau M ., 1960 : Etude graphique pour les conséquences hydro – érosives du climat méditerranéen (avec un exemple d'Algérie) . BA6F. № 294 – 295, paris, pp 130 – 142.

39 - Tixeront J ., 1960 : Débit solide des cours d'eau en Algérie et en Tunisie . Assemblée générale de Helsinki, pub № 53, pp 26 – 31.

40 - Touat S ., 1989 : Contrôle de la répresentativité de l'échantillon des transports solides en suspension . Rev , Eaux et sols de l'Algérie , № 2 , A.N.R.H . Alger, pp 48 – 54.

41 - Tricart J ., 1994 : Eco géographie des espaces ruraux . Contribution méthodologique au programme international Géosphère – Biosphère. Ed Nathan, paris 187 p.

42 - Unisco ., 1986 : Méthodes de calcul de la sédimentation dans les lacs et les réservoirs , pp 37-52 .

43 - Vila J . M ., 1986 : La chaîne alpine d'algérie orientale et ses confins algéros – tunisiens . Thèse de doctorat d'état , Université , Paris VI , 2 tome .

Sites D' internet

- http : // www. mpl . ird . frl
- http : // www. fao . org / docrep / t1765f / t1765f00 . htm
- http : // hydram . epfl . ch / enseignement / impacts / tsld037 . htm
- http : // www . ac-grenoble . fr / risqmaj / realisations / 73 / modane / risq / lavcru . htm